



**PROYEK AKHIR - RC 14-5501**

# **PERENCANAAN SALURAN DRAINASE PRIMER GUNUNGSARI RUAS GUNUNGSARI-GREGES SAMPAI GUNUNGSARI-BALONG**

**DIEGA HANANDA ZIANTONO**  
**NRP. 3112.030.005**

**PERMATA PRAMESWARI**  
**NRP. 3112.030.052**

**Dosen Pembimbing**  
**Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.**  
**NIP. 19600517 198903 1 002**

**JURUSAN DIPLOMA III TEKNIK SIPIL**  
**Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan**  
**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**  
**Surabaya 2015**





**FINAL PROJECT - RC 14-5501**

# **PLANNING PRIMARY DRAINAGE CHANNEL GUNUNGSARI SEGMENT GUNUNGSARI-GREGES TO SEGMENT GUNUNGSARI-BALONG**

**DIEGA HANANDA ZIANTONO**  
NRP. 3112.030.005

**PERMATA PRAMESWARI**  
NRP. 3112.030.052

Counsellor lecturer  
Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.  
NIP. 19600517 198903 1 002

DEPARTEMEN OF DIPLOMA III CIVIL ENGINEERING PROGRAM  
Faculty of Civil Engineering and Planning  
Sepuluh Nopember Institute Of Technology  
Surabaya 2015

## LEMBAR PENGESAHAN

### PERENCANAAN SALURAN DRAINASE PRIMER GUNUNGSARI RUAS GUNUNGSARI-GREGES SAMPAI GUNUNGSARI-BALONG

#### TUGAS AKHIR TERAPAN

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Ahli Madya

Pada

Program Studi Diploma III Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Mahasiswa I



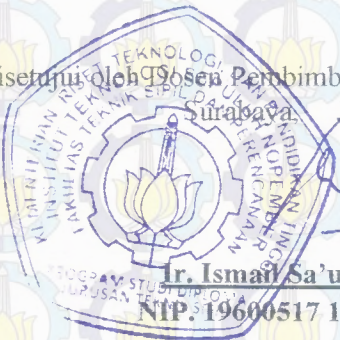
Diega Hananda Ziantono  
3112.030.005

Mahasiswa II



Permata Prameswari  
3112.030.052

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir Terapan :  
Surabaya, Juli 2015



Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.

NIP. 19600517 198903 1 002

13  
7 2015

**PERENCANAAN SALURAN DRAINASE PRIMER  
GUNUNGSARI RUAS GUNUNGSARI-GREGES SAMPAI  
RUAS GUNUNGSARI-BALONG**

**Nama Mahasiswa 1 : Diega Hananda Ziantono**

**NRP : 3112030005**

**Nama Mahasiswa 2 : Permata Prameswari**

**NRP : 3112030052**

**Jurusan : D III Teknik Sipil FTSP-ITS**

**Dosen Pembimbing : Ir. Ismail Sa'ud, M.MT**

**ABSTRAK**

*Saluran Gunungsari awalnya adalah irigasi guna mengairi lahan seluas 700 Ha. Pada perkembangan kota saat ini wilayah Barat merupakan bukit-bukit, maka banjir akibat aliran permukaan dari daerah-daerah tinggi tersebut cukup besar sedangkan kapasitas saluran cukup kecil. Hal ini menyebabkan banjir ke wilayah tengah kota dan daerah rendah di wilayah Banyu Urip, Tandes. Saluran Primer Gunungsari adalah saluran yang hulunya melintas di sepanjang jalan Banyu Urip Surabaya dengan panjang saluran 3 km yang pada saat hujan deras di jalan tersebut sering terjadi banjir dikarenakan kapasitas saluran tidak cukup menampung debit aliran sehingga air meluber ke jalan. Selain itu kondisi Saluran Primer Gunung Sari banyak terdapat pengendapan sedimen dan di beberapa titik saluran ditumbuhi oleh tanaman liar sehingga mengganggu fungsi sebagai saluran pembawa (collector drain).*

*Untuk mengatasi kondisi tersebut, perlu adanya penataan ulang sistem drainase pada saluran Gunungsari ruas Gunungsari-Greges dan Gunungsari-Balong. Penataan sistem drainase ini*

*berupa perubahan sistem aliran dari Kali Simo bagian hulu dan Kali Balong bagian hulu yang melalui saluran Gunungsari. Hal ini bertujuan untuk memaksimalkan fungsi saluran Gunungsari sebagai collector drain dan juga mengatur debit dari Kali Simo bagian hulu dan Kali Balong bagian hulu dengan bangunan pintu air.*

*Dari hasil analisa, diketahui kapasitas tampungan Kali Simo bagian hilir dan saluran Gunungsari tidak mencukupi untuk menampung debit yang besar dari Kali Simo bagian hulu. Dan juga kapasitas tampungan Kali Balong bagian hilir tidak mencukupi untuk menampung debit dari Kali Balong bagian hulu. Maka dilakukan perubahan sistem aliran yang didukung dengan pembangunan bangunan pelengkap berupa pintu air.*

*Kata kunci : Drainase Gunungsari, normalisasi, analisa hidrologi hidrolika*



**PLANNING PRIMARY DRAINAGE CHANNEL  
GUNUNGSARI SEGMENT GUNUNGSARI-GREGES TO  
SEGMENT GUNUNGSARI-BALONG**

**Student Name 1** : Diega Hananda Ziantono  
**NRP** : 3112030005  
**Student Name 2** : Permata Prameswari  
**NRP** : 3112030052  
**Faculty** : D III Teknik Sipil FTSP-ITS  
**Counsellor** : Ir. Ismail Sa'ud, M.MT

**ABSTRACT**

*Gunungsari channel originally irrigated a cover area of 700 hectares. Nowadays, the city's development in the western region are hills then flooding due to run off from the higher areas, while large enough channel capacity is quite small. This led to a flood downtown areas and low-lying areas in the Banyu Urip region, Tandes. The primary channels of Gunungsari is upstream channel passing along the Surabaya Banyu Urip 3 km long channel which at the time of heavy rain on the way due to frequent flooding the channel capacity is not enough to accommodate the flow of water spilling onto the street. In addition, Gunungsari's conditions Primary Channels has a lot of sediments and some profile of the channel were overgrown by wild plants that interfere with the function as a carrier channel (collector drain).*

*To overcome these conditions, redesigning the drainage system in the channel's segment of Gunungsari-Greges and Gunungsari-Balong are extremely needed. The restructuring of the drainage system such as redesigning channel's system from Kali Simo's upstream and Kali Balong's upstream which across*

*Gunungsari's channel. The main objective is to maximize the function of Gunungsari's channel as collector drain. Beside of that, it is controlling Kali Sumo and Kali Balong's flow rates on the upstream with flood gate building.*

*Based on the analysis, the storage capacity of Kali Sumo's upstream and Gunungsari Channel is insufficient to accommodate the large flowrates of Kali Simo's upstream. And also the storage capacity of Kali Balong's downstream is not sufficient to accommodate the flowrate of Kali Balong upstream. Finally, the flow system is changed and supported by the development of complementary buildings in the form of the floodgates.*

*Keyword : Gunungsari drainage, normalization, hydrological hydraulic analysis*



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT atas berkat dan hikmat yang diberikan, kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir Terapan dengan judul “PERENCANAAN SALURAN DRAINASE PRIMER GUNUNGSARI RUAS GUNUNGSARI-GREGES SAMPAI GUNUNGSARI-BALONG

Proyek akhir ini merupakan salah satu syarat kelulusan bagi seluruh mahasiswa dalam menempuh pendidikan pada program studi D III Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Dalam penyusunan Tugas Akhir Terapan ini, kami tidak lupa mengucapkan terima kasih atas bimbingan, arahan, serta bantuan dari :

1. Bapak Ir. Sigit Darmawan, M.EngSc, Ph.D. selaku Kepala Program Studi Diploma Teknik Sipil FTSP ITS,
2. Bapak Ir. Ismail Sa’ud, M.MT. selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingan, arahan, petunjuk, dan motivasi dalam penyusunan Tugas Akhir Terapan,
3. Bapak Ir. Agung Budipriyatno, M.Eng, Ph.D. dan Ir. Boedi Wibowo, CES selaku dosen wali kami.
4. Seluruh Dosen dan Staf Pengajar pada Program Diploma III Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya
5. Dinas Badan Kesatuan Bangsa dan Politik (Bakesbangpol), Surabaya
6. Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga dan Pematusan, Surabaya
7. Kedua orang tua kami yang selalu memberikan motivasi dan doa,
8. Rekan-rekan D III Teknik Sipil FTSP ITS serta semua pihak yang membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir Terapan ini yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

Kami menyadari akan ada kekurangan dalam penyusunan Tugas Akhir Terapan ini. Oleh karena itu, kami harapkan bimbingan dan arahan dari berbagai pihak sangat kami harapkan demi hasil yang lebih baik.

Akhir kata, kami ucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang senantiasa memberikan arahan dan bimbingan kepada kami. Semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat khususnya bagi kami umumnya bagi pembaca.

Surabaya, 7 Juli 2014

Tim Penulis

## DAFTAR ISI

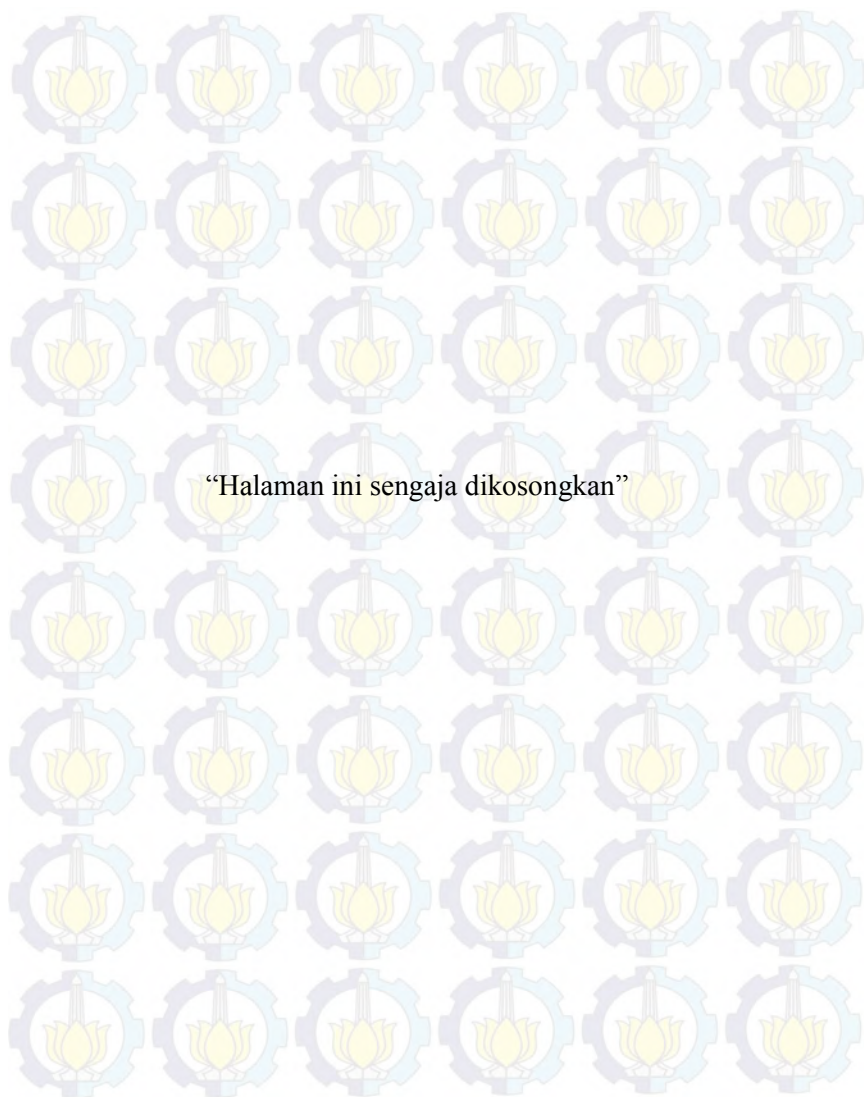
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Rumusan Masalah .....	3
1.3    Batasan Masalah.....	3
1.4    Tujuan .....	3
1.5    Manfaat .....	4
1.6    Lokasi.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1    Sistem Pematusan atau Drainase Rayon Tandes.....	5
2.2    SDMP ( <i>Surabaya Drainage Master Plan</i> ) 2018.....	5
BAB III METODOLOGI .....	9
3.1    Langkah Penyusunan.....	9
3.1.1    Persiapan .....	9
3.1.2    Survey Lapangan .....	9
3.1.3    Studi Literatur.....	9
3.1.4    Pengumpulan Data.....	35

3.1.5	Pengolahan data.....	35
3.2	Diagram Alir (Flow Chart) .....	37
BAB IV ANALISA DAN PERENCANAAN .....		39
4.1	Analisa Curah Hujan .....	39
4.1.1	Curah Hujan Rencana .....	39
4.2	Analisa Distribusi Frekuensi.....	42
4.2.1	Perhitungan Metode Distribusi Gumbel.....	42
4.2.2	Perhitungan Metode Distribusi Log Pearson Type III	49
4.3	Uji Kecocokan Distribusi Hujan.....	53
4.3.1	Uji Kecocokan Chi-Kuadrat .....	53
4.3.2	Uji Smirnov – Kolmogorov .....	56
4.4	Pemilihan Hujan Rencana .....	58
4.5	Analisis Waktu Konsentrasi .....	59
4.5.1	Perhitungan $T_o$ .....	60
4.5.2	Perhitungan $T_f$ .....	63
4.5.3	Perhitungan $T_c$ .....	66
4.6	Analisis Intensitas Hujan .....	68
4.6.1	Intensitas Hujan Periode 5 Tahun .....	68
4.6.4	Perhitungan Debit rencana .....	71
4.7	Analisis Hidrolika.....	74
4.7.1	Perhitungan Full Bank Capacity .....	74



4.7.2 Perbandingan Kapasitas Saluran Eksisting dengan Debit Rencana .....	80
4.8 Penanganan Genangan .....	82
4.8.1 Perencanaan Sistem Aliran .....	83
4.8.2 Perencanaan Dimensi Saluran dengan Normalisasi Saluran .....	88
4.8.3 Pengecekan Kapasitas Saluran Kali Greges .....	92
4.8.4 Pengecekan Saluran Gunungsari ( <i>box culvert</i> ) .....	97
4.8.5 Perencanaan Pintu Air .....	101
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	111
5.1 Kesimpulan .....	111
5.2 Saran .....	112
DAFTAR PUSTAKA .....	113





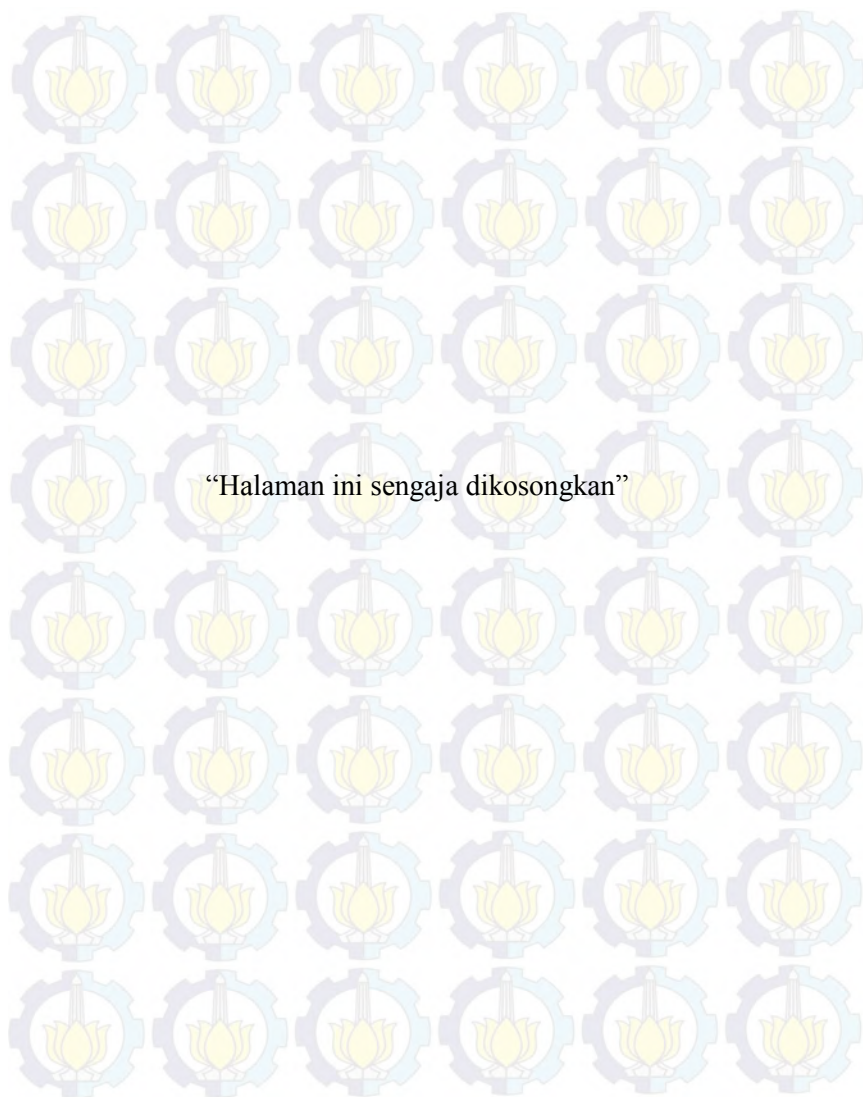
## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Parameter untuk mencari tinggi curah hujan.....	11
Tabel 3. 2 Parameter statistik .....	14
Tabel 3. 3 Nilai variabel reduksi Gauss .....	15
Tabel 3. 4 Reduced Mean ( $Y_n$ ) .....	17
Tabel 3. 5 Standart Deviation ( $S_n$ ).....	18
Tabel 3. 6 nilai k setiap nilai $C_s$ (koefisien Skewness) .....	20
Tabel 3. 7 <i>Variabel Reduced Gauss</i> .....	22
Tabel 3. 8 Nilai Chi-Kuadrat.....	23
Tabel 3. 9 Nilai Kritis $D_o$ untuk uji Smirnov-Kolmogorov .....	25
Tabel 3. 10 Koefisien Aliran .....	27
Tabel 3. 11 Kecepatan aliran rata-rata untuk saluran alam .....	29
Tabel 3. 12 Koefisien penyebaran hujan ( $\beta$ ) .....	30
Tabel 3. 13 Koefisien Manning dari tiap jenis material saluran..	31
 Tabel 4. 1 Data hujan kawasan Banyu Urip, Tandes .....	40
Tabel 4. 2 Perhitungan hujan harian rata-rata .....	41
Tabel 4. 3 Perhitungan hujan harian rata-rata (lanjutan).....	42
Tabel 4. 4 Perhitungan Standart Deviasi .....	44
Tabel 4. 5 Perhitungan distribusi frekuensi metode gumbel .....	46
Tabel 4. 6 Perhitungan faktor frekuensi .....	48
Tabel 4. 7 Hasil perhitungan curah hujan rencana dengan menggunakan metode distribusi gumbel .....	49
Tabel 4. 8 Perhitungan parameter statistik distribusi Log Pearson Type III.....	51
Tabel 4. 9 Nilai K untuk metode distribusi Log Pearson Type III dengan $C_s=-0,3$ .....	52
Tabel 4. 10 Perhitungan hujan rencana dengan metode distribusi Log Pearson Type III.....	52

Tabel 4. 11 Rekapitulasi perhitungan Ck dan Cs distribusi frekuensi .....	53
Tabel 4. 12 Pembagian sub grup .....	54
Tabel 4. 13 Hasil perhitungan uji kecocokan Chi Kuadrat untuk metode distribusi Log Pearson Type III .....	56
Tabel 4. 14 Hasil perhitungan uji kecocokan Smirnov-Kolmogrov Log Pearson Type III.....	57
Tabel 4. 15 Curah hujan rencana terpilih .....	59
Tabel 4. 16 Perhitungan To saluran primer Greges (Simo).....	61
Tabel 4. 17 Perhitungan To saluran primer Balong.....	62
Tabel 4. 18 Perhitungan Tf saluran primer Greges (Simo) .....	64
Tabel 4. 19 Perhitugn Tf saluran primer Balong .....	65
Tabel 4. 20 Perhitungan Tc saluran primer Greges (Simo) .....	66
Tabel 4. 21 Perhitungan Tc saluran primer Balong.....	67
Tabel 4. 22 Perhitungan intensitas hujan periode ulang 5 tahun untuk saluran primer Greges (Simo) .....	69
Tabel 4. 23 Perhitungan intensitas hujan periode ulang 5 tahun untuk saluran primer Balong .....	70
Tabel 4. 24 Perhitungan debit rencana 5 tahun untuk saluran primer Greges (Simo) .....	72
Tabel 4. 25 Perhitungan debit rencana 5 tahun saluran primer Balong .....	73
Tabel 4. 26 Perhitungan kapasitas eksisting saluran primer Greges (Simo).....	77
Tabel 4. 27 Perhitungan kapasitas eksisting saluran primer Balong .....	78
Tabel 4. 28 Perhitungan kapasitas eksisting saluran primer Balong (Lanjutan) .....	79
Tabel 4. 29 Perbandingan debit rencana periode ulang 5 tahun saluran primer Greges (Simo).....	80

Tabel 4. 30 Perbandingan debit rencana periode ulang 5 tahun saluran primer Balong .....	81
Tabel 4. 31 Perhitungan debit rencana 5 tahun saluran primer Greges (Simo) .....	84
Tabel 4. 32 Perhitungan debit rencana 5 tahun untuk saluran primer Balong.....	85
Tabel 4. 33 Perbandingan debit rencana dan debit eksisting periode ulang 5 tahun saluran primer Greges (Simo).....	86
Tabel 4. 34 Perbandingan debit rencana dan debit eksisting periode ulang 5 tahun saluran primer Balong.....	87
Tabel 4. 35 Perbandingan debit rencana periode ulang 5 tahun saluran primer Greges (Simo) setelah normalisasi .....	89
Tabel 4. 36 Perbandingan debit rencana periode ulang 5 tahun saluran primer Balong setelah normalisasi.....	91
Tabel 4. 37 Perhitungan kapasitas eksisting saluran Kali Greges	94
Tabel 4. 38 Perhitungan debit rencana 5 tahun Kali Greges .....	95
Tabel 4. 39 Perbandingan debit rencana 5 tahun Kali Greges.....	96
Tabel 4. 40 Perbandingan Qrencana dan Qsaluran pada saluran Gunungsari .....	99







## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi Saluran Gunungsari Ruas Greges sampai Balong .....	4
Gambar 3. 1 Dimensi saluran segi empat.....	32
Gambar 3. 2 Dimensi saluran trapesium .....	33
Gambar 3. 3 Dimensi saluran lingkaran.....	34
Gambar 3. 4 Flow Chart.....	37
Gambar 4. 1 Letak patok yang ditinjau pada saluran Gunungsari ( <i>box culvert</i> ) .....	97
Gambar 4. 2 Letak pintu air pada Saluran Simo bagian hilir. ...	101
Gambar 4. 3 Letak pintu air pembagi pada Saluran Simo menuju Saluran Gunungsari.....	104
Gambar 4. 4 Letak pintu air pada Kali Balong.....	107



## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Upaya pengelolaan saluran drainase pada dasarnya bertujuan untuk meningkatkan kenyamanan masyarakat. Kota Surabaya telah melakukan kegiatan pembangunan drainase dari sektor perkotaan. Perkembangan fisik yang meningkat sangat pesat mengakibatkan berubahnya fungsi guna lahan, sehingga semakin memperkecil kapasitas lahan sebagai fungsi resapan penampung air hujan.

Kondisi alam yang berbeda tiap tahunnya terutama pada musim hujan, mengakibatkan masalah yang sering terjadi saat ini adalah banjir. Banjir adalah peristiwa tergenangnya suatu wilayah oleh air, baik air hujan, air sungai, maupun air pasang yang meluap karena sungai atau selokan tidak mampu menahan aliran air. Sehingga dampak yang ditimbulkan dari banjir adalah rusaknya sarana prasarana, hilangnya harta benda, dan kemacetan lalu lintas. Salah satunya Kota Surabaya yang mempunyai topografi rendah, sehingga rentan terjadi banjir atau genangan yang diakibatkan karena Kota Surabaya berada di ketinggian antara 0 – 10 meter di atas permukaan laut. Khususnya wilayah Surabaya Barat terutama kawasan Tandes, Banyu Urip yang merupakan sistem drainase Gunungsari sering terjadi genangan banjir karena kapasitas saluran eksisting tidak bisa menampung debit air yang masuk dan juga banyak saluran drainase yang mengalami kerusakan. Penyebab terjadinya banjir yang sering terjadi di perkotaan antara lain penyumbatan aliran sungai ataupun selokan seperti tertutupnya saluran oleh sampah dan sedimen, kerusakan pada saluran drainase, sedikitnya daerah resap, dan pendirian rumah di sepanjang sungai.

Sistem drainase Gunungsari berjumlah 4.431 Ha. Area tersebut tersebar diantara 10 kecamatan antara lain Kecamatan Dukuh Pakis, Sawahan, Sambu Kerep, Sukomanunggal, Tegalsari, Wonokromo, Benowo, Tandes, Lakarsantri, dan Pakal (*Surabaya Drainage Master Plan*, 2018). Saluran Gunungsari awalnya adalah irigasi guna mengairi lahan seluas 700 Ha. Pada perkembangan kota saat ini wilayah Barat merupakan bukit-bukit, maka banjir akibat aliran permukaan dari daerah-daerah tinggi tersebut cukup besar sedangkan kapasitas saluran cukup kecil. Hal ini menyebabkan lubernya air banjir ke wilayah tengah kota dan daerah rendah di wilayah Banyu Urip, Tandes. Saluran Primer Gunungsari adalah saluran yang hulunya melintas di sepanjang jalan Banyu Urip Surabaya dengan panjang saluran 3 km yang pada saat hujan deras di jalan tersebut sering terjadi banjir dikarenakan kapasitas saluran tidak cukup menampung debit aliran sehingga air meluber ke jalan. Selain itu kondisi Saluran Primer Gunung Sari banyak terdapat pengendapan sedimen dan di beberapa titik saluran ditumbuhi oleh tanaman liar sehingga mengganggu fungsi sebagai saluran pembuang. Jalan Banyu Urip merupakan salah satu titik di Kota Surabaya yang selalu mengalami banjir pada saat musim hujan dikarenakan kondisi saluran yang tidak bisa menampung debit hujan, apalagi jalan tersebut termasuk salah satu jalan yang dilewati oleh pengendara antar Kota Gresik-Surabaya sehingga menimbulkan kemacetan.

Proyek pembangunan *box culvert* bertujuan untuk menanggulangi banjir juga untuk mengatasi kemacetan yang terjadi di sepanjang jalan itu. Proyek ini dibagi menjadi 3 paket yaitu paket 1 STA P.55+50 – STA P.70+62, paket 2 STA P.70+62 – STA P.77+12 (saluran Gunungsari-Greges KA), dan paket 3 STA P.78+50 – STA P.105+50 (Saluran Gunungsari-Balong KA).

Untuk itu, yang dikaji dalam Tugas Akhir ini adalah perencanaan saluran drainase. Maka diperlukan kesimpulan hasil



pengaruh dari pembangunan *box culvert* pada proyek Banyu Urip, Tandes terhadap Kali Greges dan Kali Balong.

### 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dari latar belakang di atas, maka kami mencoba untuk merumuskan beberapa permasalahan yang terjadi antara lain :

- a. Berapa debit rencana yang mengalir pada Saluran Primer Gunungsari?
- b. Bagaimana pengaruh proyek pembangunan *box culvert* Banyu Urip, Tandes terhadap drainase Greges?
- c. Bagaimana pengaruh proyek pembangunan *box culvert* Banyu Urip, Tandes terhadap drainase Balong?

### 1.3 Batasan Masalah

- a. Perhitungan analisa hidrologi untuk mencari besar debit rencana yang terjadi.
- b. Perhitungan kapasitas eksisting Kali Greges.
- c. Perhitungan kapasitas eksisting Kali Balong.
- d. Evaluasi *box culvert* Saluran Primer Gunungsari.
- e. Catchment area saluran Gunungsari ruas Gunungsari-Greges sampai Gunungsari-Balong.

### 1.4 Tujuan

- a. Mengetahui debit rencana 5 tahun pada Saluran Primer Gunungsari.
- b. Mengetahui pengaruh pembangunan proyek *box culvert* terhadap drainase Greges.
- c. Mengetahui pengaruh pembangunan proyek *box culvert* terhadap drainase Balong.

### 1.5 Manfaat

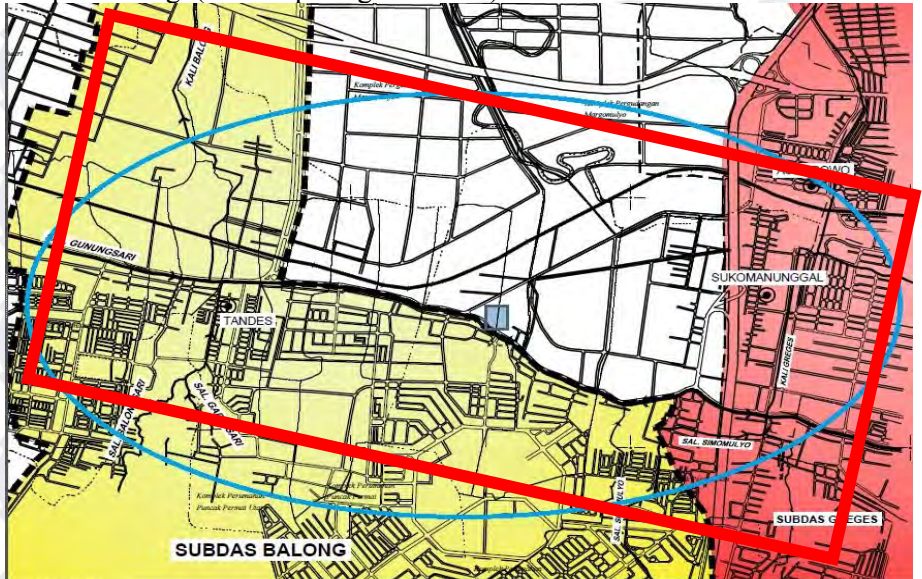
Manfaat dari penulisan Laporan Proyek Akhir ini adalah mengatasi banjir pada kawasan Banyu Urip, Tandes dan



mengoptimalkan fungsi Saluran Primer Gunungsari sebagai *collector* drain terhadap drainase Greges dan drainase Balong.

#### 1.6 Lokasi

Lokasi yang ditinjau sepanjang Sungai Gunungsari ruas Greges sampai Balong. (terlihat pada gambar 1.1)



Gambar 1.1 Lokasi Saluran Gunungsari Ruas Greges sampai Balong

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Sistem Pematusan atau Drainase Rayon Tandes

Rayon ini berada pada kawasan Barat-Utara Kota Surabaya. Perkembangan kawasan terbangun di Rayon Tandes sangat pesat, yang ditandai dengan banyaknya pengembang *real estate* yang berkaliber nasional. Hal tersebut tentunya akan berpengaruh terhadap sistem pematusan yang ada di wilayah Rayon Tandes. Salah satu saluran primer di wilayah Rayon Tandes ini adalah Saluran Primer Gunungsari. Awalnya, saluran ini adalah saluran irigasi dan telah berubah fungsi menjadi pematusan. *Outlet* saluran Gunung Sari terdapat pada :

1. Pintu air Kali Petemon (eks pintu air irigasi);
2. Pintu air Kali Simo (eks pintu air irigasi dan siphon);
3. Saluran Margomulyo (pintu air baru);
4. Kali Balong (eks pintu air irigasi, sudah rusak/hilang);

Daerah pematusan Rayon Tandes memiliki luas sebesar 10.721,19 Ha, yang meliputi Surabaya bagian tengah, barat sampai ke utara, dengan batas wilayah sebagai berikut:

- Sebelah Utara : Selat Madura;
- Sebelah Timur : Jalan Tol, Saluran Gunungsari dan Rayon Genteng;
- Sebelah Selatan : Rayon Wiyung;
- Sebelah Barat : Kabupaten Gresik.

#### 2.2 SDMP (*Surabaya Drainage Master Plan*) 2018

1. Peningkatan saluran pematusan primer
  - a. Peningkatan Saluran Gunungsari, yang dibagi arah alirannya sesuai dengan kondisi alirannya yang mengalir ke rencana saluran Diversi Gunungsari, Kali Balong, Kali Kandangan, Kali Sememi, dan ke Kali Lamong. Pada tahap awal diusulkan peningkatan saluran Gunungsari di ruas Pintu Kali Petemon-Pintu Kali Simo (yang merupakan DAS saluran rencana saluran Diversi Gunungsari) dengan

menggunakan *box culvert* selebar 8 meter yang bisa berfungsi sebagai jalan di atasnya, dimasa mendatang *box culvert* ini bisa ditambah menjadi 2 (dua) cell karena lebar rencana saluran Gunungsari di ruas ini adalah sekitar 18 (delapan belas) meter. Rencana pekerjaan untuk saluran Gunungsari ini terbagi dalam beberapa sub sistem yaitu:

- i. Sub Sistem Gunungsari-Greges, dengan rencana pekerjaan :
  - Membongkar bangunan siphon di Simomulyo karena rawan sampah yang menyebabkan buntu dan akhirnya terjadi banjir.
  - Membangun pintu air di Saluran Primer Gunungsari pada batas antara sub sistem Greges dan sub sistem Balong, karena desain saluran Gunungsari direncanakan sesuai dengan *catchment area* yang berasal dari sub sistem Gunungsari–Greges saja.
  - Peningkatan Saluran Primer Gunungsari sesuai debit banjir yang harus dialirkan, agar pembangunan saluran tidak banyak menggusur permukiman warga, maka dapat menggunakan badan jalan sebagai saluran namun berupa saluran tertutup (gorong-gorong) dari plat beton dan dibagian atasnya bisa dimanfaatkan sebagai jalan. Dengan cara seperti ini diperoleh dua keuntungan yaitu lebar saluran bisa terpenuhi sesuai dengan yang diinginkan dan badan jalan juga semakin lebar sehingga kemacetan dapat teratasi.
  - Pada saluran-saluran sekunder yang tidak memenuhi kapasitas rencana perlu di desain ulang;
  - Peningkatan gorong-gorong dan jembatan sesuai desain saluran rencana;

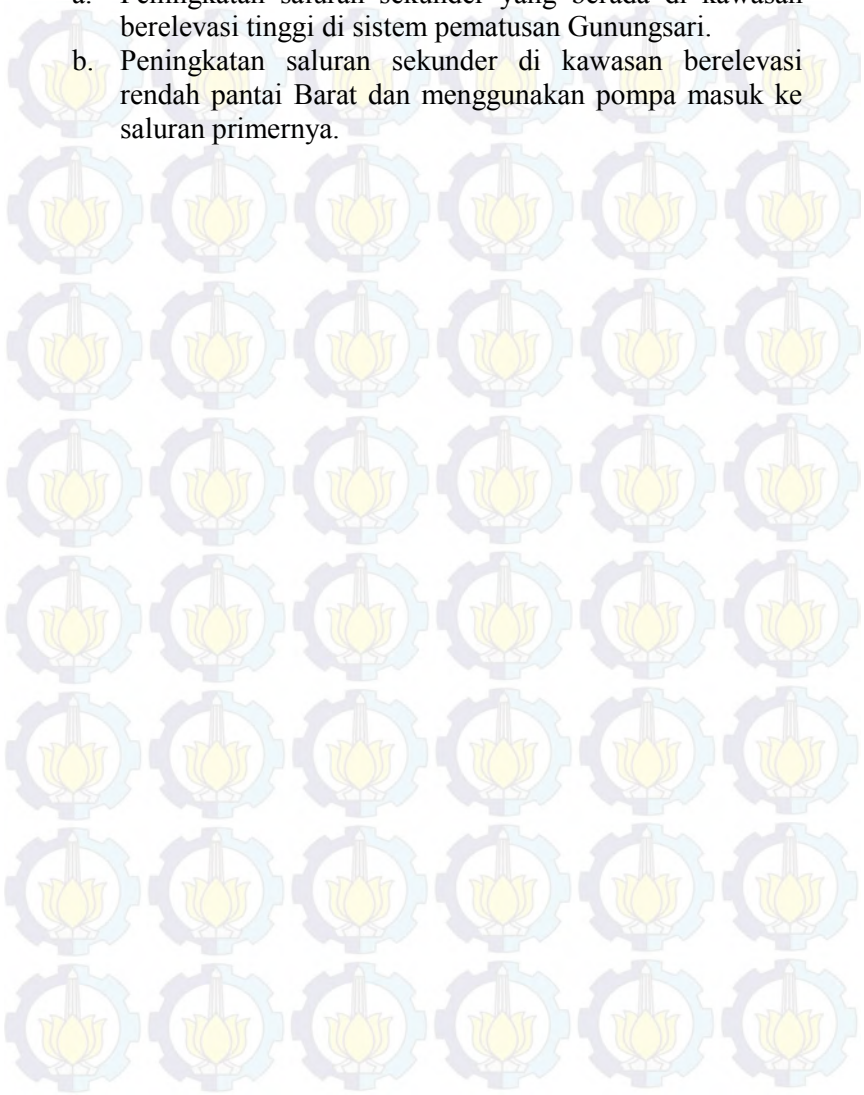


ii. Sub Sistem Gunungsari – Balong, dengan rencana pekerjaan :

- Membangun pintu air di Saluran Primer Gunungsari pada batas antara sub sistem Balong dengan sub sistem Greges di bagian Timur dan antara sub sistem Kandangan di bagian Barat, karena desain saluran Gunungsari direncanakan sesuai dengan *catchment area* yang berasal dari sub sistem Gunungsari – Balong saja.
- Peningkatan Saluran Primer Balong (Kali Balong) dengan lebar sesuai rencana (lihat pada sub bab Dimensi dan Elevasi Rencana) dan tebing saluran dari *sheetpile*.
- Pada saluran-saluran sekunder yang tidak memenuhi kapasitas rencana perlu di desain ulang.
- Pada bagian hilir Kali Balong setelah pertemuan dengan Saluran Margomulyo perlu dilengkapi dengan pintu air pasang surut, pompa banjir dan boezem kecil. Sarana tersebut berfungsi untuk mencegah terjadinya air balik yang akan masuk ke Saluran Margomulyo dan saluran Gunungsari. Penempatan bangunan tersebut juga harus memperhatikan kepentingan nelayan yang menggunakan Kali Balong sebagai jalur perahu ke arah hulu.
- Pada kawasan hulu sub sistem Gunungsari – Balong perlu dibangun waduk, lokasi rencana waduk ini berada pada pertemuan Saluran Lontar dengan Saluran Balongsari yang kondisinya merupakan daerah cekungan.
- Peningkatan gorong-gorong dan jembatan sesuai desain saluran rencana.
- Peningkatan Kali Balong, di hulu dilengkapi dengan waduk pada pertemuan saluran Lontar dan Balongsari. Di hilir dilengkapi dengan pintu air, pompa banjir, dan boezem.

2. Peningkatan saluran pematusan sekunder

- a. Peningkatan saluran sekunder yang berada di kawasan berelevasi tinggi di sistem pematusan Gunungsari.
- b. Peningkatan saluran sekunder di kawasan berelevasi rendah pantai Barat dan menggunakan pompa masuk ke saluran primernya.





### BAB III METODOLOGI

Dalam bab ini akan ditulis langkah – langkah yang dipakai pada penyusunan Tugas Akhir yang berjudul ”Perencanaan Saluran Drainase Primer Gunungsari Ruas Gunungsari-Greges sampai Gunungsari-Balong” sehingga dapat dicantumkan dalam bentuk *flow chart*. (terlihat pada gambar 3.4).

Langkah – langkah yang dipakai adalah sebagai berikut:

#### 3.1 Langkah Penyusunan

Dalam bab ini akan ditulis langkah-langkah yang digunakan dalam penyusunan Perencanaan Saluran Drainase Primer Gunungsari Ruas Gunungsari-Greges dan Gunungsari-Balong. Adapun langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

##### 3.1.1 Persiapan

Persiapan dilakukan untuk mendukung kelancaran penyusunan Laporan Proyek Akhir ini, diantaranya :

- a. Mengurus surat-surat yang diperlukan sebagai kelengkapan administrasi penyusunan Proyek Akhir
- b. Menentukan pihak-pihak (instansi) yang dapat dihubungi terkait penyusunan Proyek Akhir untuk mencari informasi dan mendapatkan data.

##### 3.1.2 Survey Lapangan

Survey lapangan dilakukan bertujuan untuk melihat secara langsung kondisi eksisting dari jaringan drainase yang ada (terlihat pada gambar 3.6 sampai 3.13) dengan mengacu pada peta skema jaringan yang ada sudah ada. (terlihat pada gambar 3.5)

##### 3.1.3 Studi Literatur

Study literatur bertujuan untuk mendapatkan dasar teori yang tepat. Studi literatur antara lain adalah buku atau referensi yang mendukung untuk penyusunan tugas akhir “Perencanaan Saluran Drainase Primer Gunungsari Ruas Gunungsari-Greges sampai Gunungsari-Balong ”.

### 3.1.3.1 Analisa Hidrologi

Analisa hidrologi merupakan analisa awal dalam perencanaan saluran drainase untuk mengetahui besarnya debit yang akan dialirkan sehingga dapat ditentukan dimensi saluran tersebut secara ekonomis. Besar debit yang dipakai sebagai dasar perencanaan adalah debit rencana yang dapat dari debit hujan rencana pada periode ulang tertentu. Debit banjir rencana tidak boleh terlalu besar untuk menghindari ukuran bangunan yang terlalu besar dan tidak ekonomis.

#### 1. Analisa Data Hujan

Data hujan yang diperoleh dari alat penakar hujan merupakan hujan yang terjadi hanya pada satu tempat atau titik saja (*point rainfall*). Mengingat hujan sangat bervariasi terhadap tempat, maka untuk kawasan yang luas, satu alat penakar hujan belum dapat menggambarkan hujan wilayah tersebut. Dalam hal ini diperlukan hujan kawasan yang diperoleh dari harga rata-rata curah hujan beberapa stasiun penakar yang ada di dalam dan/atau disekitar kawasan tersebut. Ada tiga cara untuk menganalisa tinggi hujan. Cara-cara tersebut adalah rata-rata Aljabar, Poligon Thiessen, dan Isohyet. Adapun ketentuan-ketentuan yang harus digunakan dalam menentukan cara yang akan dipakai dapat dilihat pada tabel 3.1

Tabel 3. 1 Parameter untuk mencari tinggi curah hujan

Parameter	Kondisi	Cara Yang Dapat Digunakan
Jumlah Stasiun Hujan	Cukup	Aljabar, Poligon Thiessen, Isohyet
	Terbatas	Rata-rata Aljabar, Poligon Thiessen
	>50000km <sup>2</sup>	Isohyet
Luas DAS	501-5000km <sup>2</sup>	Poligon Thiessen
	<500km <sup>2</sup>	Rata-rata Aljabar
	Pegunungan	Poligon Thiessen
Kondisi Topografi	Dataran	Aljabar
	Berbukit dan Tidak Beraturan	Isohyet dan Poligon Thiessen

(Sumber: Suripin, 2006:31-32)

Jadi metode yang dipakai untuk menghitung tinggi curah hujan yaitu metode Aljabar/Aritmatika karena dilihat dari kondisi topografi yang datar dan luas DAS kurang dari 500 km<sup>2</sup>.

- Metode Aritmatika

Tinggi rata-rata hujan didapat dengan mengambil nilai rata-rata hitung (*arithmetic mean*) pengukuran hujan di stasiun hujan di dalam area tersebut, rumusan digunakan adalah sebagai berikut:

$$\bar{R} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R_i \dots \dots \dots (3.1)$$



Dimana:

- $\bar{R}$  = Curah hujan daerah.  
 $R_i$  = Tinggi hujan masing-masing stasiun.  
 $n$  = Jumlah stasiun hujan.

(Sumber: Suripin, 2003;27)

## 2. Paramater Dasar Statistik

### • Nilai Rata-Rata Tinggi Hujan

Tinggi rata-rata hujan diperoleh dengan mengambil harga rata-rata yang dihitung dari stasiun hujan dalam area tersebut. Adapun rumus yang digunakan adalah:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \dots \dots \dots (3.2)$$

Dimana:

- $\bar{X}$  = Tinggi rata-rata hujan (mm)  
 $X_i$  = Variabel random (mm)  
 $n$  = Jumlah data

(Sumber: Suripin, 2003;34)

### • Standart Deviasi

Pada umumnya ukuran disperse yang paling banyak digunakan adalah standart deviasi (S). Apabila penyebaran data sangat besar terhadap nilai rata-rata, maka nilai standart deviasi dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \dots \dots \dots (3.3)$$

Dimana:

- $Sd$  = Standart deviasi  
 $\bar{X}$  = Nilai curah hujan rata-rata (mm)  
 $X_i$  = *Variable random* (mm)  
 $n$  = Jumlah data

(Sumber: Suripin, 2003;34)

### • Koefisien Kemencengan

Koefisien kemencengan adalah suatu nilai yang menunjukkan derajat ketidak simetrisan dari suatu bentuk distribusi. Koefisien kemencengan dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:



$$Cs = \frac{n}{(n-1)(n-2)s^3} \sum_{i=1}^n (Xi - \bar{X})^3 \dots\dots\dots (3.4)$$

Dimana:

- Cs = Koefisien *skewness*  
 Sd = Standart deviasi  
 $\bar{X}$  = Nilai rata-rata curah hujan (mm)  
 Xi = *Variabel random* (mm)  
 n = Jumlah data

(Sumber: Soewarno, 1995; 81)

- Koefisien Keruncingan

Koefisien kurtosis digunakan untuk menentukan keruncingan kurva distribusi yang pada umumnya dibandingkan dengan distribusi normal.

$$Ck = \frac{n^2 \sum (Xi - \bar{X})^2}{(n-1)(n-2)Sd^4} \dots\dots\dots (3.5)$$

Dimana:

- C = Koefisien kurtosis  
 n = Jumlah data  
 Sd = Standart deviasi  
 $\bar{X}$  = Nilai rata-rata curah hujan (mm)  
 Xi = *Variable random* (mm)

(Sumber: Triatmodjo, 2008; 243)

Perhitungan curah hujan rencana dapat dihitung dengan menggunakan beberapa metode antara lain adalah Distribusi Gumbel, Distribusi Normal dan Distribusi *log pearson type III*. Adapun sifat-sifat khas parameter statistik dari masing-masing distribusi teoritis (dapat dilihat pada tabel 3.2)

Tabel 3. 2 Parameter statistik

No	Distribusi	Persyaratan
1	Normal	$C_s = 0$ $C_k = 3$
2	Log normal	$C_s = C_v^3 + 3C_v$ $C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$
3	Gumbel	$C_s = 1.14$ $C_k = 5.4$
4	Log person III	Selain dari nilai diatas/Flexibel

(Sumber: Triatmodjo, 2008;250)

### 3. Analisa Distribusi Frekuensi

- Metode Distribusi Normal

Distribusi Normal banyak digunakan dalam analisis hidrologi, misalnya dalam analisis frekuensi curah hujan, analisis statistik dari distribusi rata-rata tahunan dan sebagainya. Distribusi Normal atau disebut pula distribusi *Gauss*.

Dalam pemakaian praktis digunakan rumus umum, sebagai berikut :

$$X_t = \bar{X} + k. S \dots \dots \dots (3.6)$$

Dimana :

- $X_t$  = Perkiraan nilai  $x$  yang diharapkan terjadi dengan periode ulang  $t$  tahun  
 $S$  = Deviasi Standar nilai variat  $X$   
 $K$  = Faktor frekuensi, merupakan fungsi dari periode ulang dan tipe model matematik distribusi peluang yang digunakan untuk analisis peluang (dapat dilihat pada tabel 3.3)

Tabel 3. 3 Nilai variabel reduksi Gauss

Periode Ulang T (tahun)	Peluang	k
1,001	0,999	-3,05
2	0,500	0
5	0,200	0,84
10	0,100	1,28
20	0,050	1,64
50	0,020	2,05
100	0,010	2,33
200	0,005	2,58
500	0,002	2,88
1000	0,001	3,09

(Sumber: Soewarno, 1995; 119)

- Metode Distribusi Gumbel

Prosedur perhitungan dengan menggunakan metode distribusi Gumbel adalah sebagai berikut:

1. Mengurutkan data-data yang ada mulai dari nilai terbesar sampai nilai yang terkecil. Dalam hal ini disebut dengan peringkat atau ranking dengan notasi  $m$ .
2. Dicari berapa probabilitas terjadinya suatu peristiwa ke  $m$  dengan rumusan:

$$p = \frac{m}{n+1} \dots \dots \dots (3.7)$$

(Sumber : Harto, 1993 : 252)

Yang mana notasi  $n$  adalah banyaknya data.

3. Menentukan periode ulang (T) dari probabilitas tersebut dengan rumusan:

$$T = \frac{1}{p} \dots \dots \dots (3.8)$$

(Sumber : Subarkah, 1980 : 112)

4. Menggunakan perumusan Gumbel yaitu:

$$X_T = X + \alpha \cdot y^T \dots\dots\dots(3.9)$$

(Sumber : Triatmodjo, 2008;226)

Dimana:

$$X = \bar{X} + K \cdot s \dots\dots\dots(3.10)$$

$$y = y_n + K_{sn} \dots\dots\dots(3.11)$$

(Sumber : Triatmodjo, 2008 : 226)

Untuk nilai  $Y_n$  dapat dilihat pada tabel 3.4



Tabel 3. 4 Reduced Mean (Yn)

n	Yn	n	Yn	n	Yn	n	Yn	n	Yn
10	0,4595	29	0,5353	47	0,5473	65	0,5535	83	0,5574
11	0,4996	30	0,5362	48	0,5477	66	0,5538	84	0,5576
12	0,5053	31	0,5371	49	0,5481	67	0,5540	85	0,5578
13	0,5070	32	0,5380	50	0,5485	68	0,5543	86	0,5580
14	0,5100	33	0,5388	51	0,5489	69	0,5545	87	0,5581
15	0,5128	34	0,5396	52	0,5493	70	0,5548	88	0,5583
16	0,5157	35	0,5402	53	0,5497	71	0,5550	89	0,5585
17	0,5181	36	0,5410	54	0,5501	72	0,5552	90	0,5586
18	0,5202	37	0,5418	55	0,5504	73	0,5555	91	0,5587
19	0,5220	38	0,5424	56	0,5508	74	0,5557	92	0,5589
20	0,5236	39	0,5430	57	0,5511	75	0,5559	93	0,5591
21	0,5252	40	0,5436	58	0,5515	76	0,5561	94	0,5592
22	0,5268	41	0,5442	59	0,5518	77	0,5563	95	0,5593
23	0,5283	42	0,5448	60	0,5521	78	0,5565	96	0,5595
24	0,5296	43	0,5453	61	0,5524	79	0,5567	97	0,5596
25	0,5309	44	0,5458	62	0,5527	80	0,5569	98	0,5598
26	0,5320	45	0,5463	63	0,5530	81	0,5570	99	0,5599
27	0,5332	46	0,5468	64	0,5533	82	0,5572	100	0,5600
28	0,5343								

(Sumber: Soemarto, 1987; 236)

Sedangkan Sn dapat dilihat pada tabel 3.5

Tabel 3. 5 Standart Deviation (Sn)

n	Sn	n	Sn	n	Sn	n	Sn
10	0,9496	33	1,1226	56	1,1696	79	1,1930
11	0,9676	34	1,1255	57	1,1708	80	1,1938
12	0,9833	35	1,1285	58	1,1721	81	1,1945
13	0,9971	36	1,1313	59	1,1734	82	1,1953
14	1,0095	37	1,1339	60	1,1747	83	1,1959
15	1,0206	38	1,1363	61	1,1759	84	1,1967
16	1,0316	39	1,1388	62	1,1770	85	1,1973
17	1,0411	40	1,1413	63	1,1782	86	1,1980
18	1,0493	41	1,1436	64	1,1793	87	1,1987
19	1,0565	42	1,1458	65	1,1803	88	1,1994
20	1,0628	43	1,1480	66	1,1814	89	1,2001
21	1,0696	44	1,1499	67	1,1824	90	1,2007
22	1,0754	45	1,1519	68	1,1834	91	1,2013
23	1,0811	46	1,1538	69	1,1844	92	1,2020
24	1,0864	47	1,1557	70	1,1854	93	1,2026
25	1,0915	48	1,1574	71	1,1863	94	1,2032
26	1,0961	49	1,1590	72	1,1873	95	1,2038
27	1,1004	50	1,1607	73	1,1881	96	1,2044
28	1,1047	51	1,1623	74	1,1890	97	1,2049
29	1,1086	52	1,1638	75	1,1898	98	1,2055
30	1,1124	53	1,1658	76	1,1906	99	1,2060
31	1,1159	54	1,1667	77	1,1915	100	1,2065
32	1,1193	55	1,1681	78	1,1923		

(Sumber: Triatmodjo, 2008;227)

- Metode Distribusi *Log Pearson III*

Distribusi Log Pearson Tipe III banyak digunakan dalam analisis hidrologi, terutama dalam analisis data maksimum (banjir) dan minimum (debit minimum) dengan nilai ekstrem. Bentuk distribusi *Log Pearson III* merupakan hasil transformasi dari distribusi Pearson III dengan menggantikan variat menjadi nilai logaritmik.

Bentuk komulatif dari distribusi Log Pearson tipe III dengan nilai variatnya X apabila digambarkan pada kertas peluang logaritmik (*logarithmic probability paper*) akan merupakan model matematik persamaan garis lurus. Persamaan garis lurusnya adalah :

$$Y = \bar{Y} - k \cdot S \dots\dots\dots (3.12)$$

Dimana :

Y = Nilai logaritmik dari X  
 $\bar{Y}$  = Nilai rata – rata dari Y  
 S = deviasi standar dari Y  
 K = Karakteristik dari Distribusi *Log Pearson III*

Prosedur untuk menentukan kurva distribusi log Pearson tipe III, adalah :

- 1) Tentukan logaritma dari semua nilai variat X
- 2) Hitung nilai rata-ratanya :

$$\overline{\log X} = \frac{\sum \log x}{n} \dots\dots\dots (3.13)$$

n = Jumlah data

- 3) Hitung nilai deviasi standarnya dari log X :

$$S \log X = \sqrt{\frac{\sum (\log X - \overline{\log X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (3.14)$$

- 4) Hitung nilai koefisien kemencengan

$$CS = \frac{n \sum (\log X - \overline{\log X})^3}{(n-1)(n-2)(S \log X)^3} \dots\dots\dots (3.15)$$

Sehingga persamaan dapat ditulis :

$$\log X = \overline{\log X} + k (S \log X) \dots\dots\dots (3.16)$$

(Sumber : Soewarno, 1995 : 141-143)



Dimana K adalah variabel standart (*standardized variable*) untuk X yang besarnya tergantung koefisien kemencengan Cs, dapat dilihat pada tabel 3.6 di bawah ini yang memperlihatkan harga K untuk berbagai nilai kemencengan Cs.

Tabel 3. 6 nilai k setiap nilai Cs (koefisien Skewness)

Cs	Periode Ulang (tahun)					
	2	5	10	25	50	100
0,0	0,000	0,842	1,282	1,751	2,054	2,326
0,1	0,017	0,836	0,270	1,761	2,000	2,252
0,2	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178
0,3	0,050	0,853	1,245	1,643	1,890	1,104
0,4	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	1,029
0,5	0,083	0,856	1,216	1,567	1,777	1,955
0,6	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880
0,7	0,116	0,857	1,183	1,488	1,663	1,806
0,8	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733
0,9	0,148	0,854	1,147	1,407	1,549	1,660
0,10	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588
0,11	0,180	0,848	1,107	1,324	1,435	1,518
0,12	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449
0,13	0,210	0,838	1,064	1,240	1,324	1,383
0,14	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318
0,15	0,240	0,825	1,018	1,157	1,217	1,256
0,16	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,197
0,17	0,268	0,808	0,970	1,075	1,116	1,140
0,18	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087
0,19	0,294	0,788	0,920	0,996	1,023	1,037
0,20	0,307	0,777	0,895	0,959	1,980	0,990



#### 4. Uji kecocokan

Untuk menentukan kecocokan distribusi frekuensi dari contoh terhadap fungsi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut diperlukan pengujian parameter yang akan disajikan dalam sub bab ini adalah:

- Chi-Kuadrat (*chi – square*)

Uji Chi–Kuadrat digunakan untuk menentukan apakah persamaan peluang (metode yang digunakan untuk mencari hujan rencana), dapat mewakili distribusi sampel data yang analisis.

Parameter yang digunakan untuk pengambilan keputusan uji ini adalah  $\chi^2$ , sehingga disebut Uji Chi–Kuadrat. Parameter  $\chi^2$  dapat dihitung dengan rumus :

$$\chi^2 h = \frac{n \sum (O_i - E_i)^2}{E_i} \dots \dots \dots (3.17)$$

Dimana :

$\chi^2 h$  = Harga Chi-Kuadrat

$n$  = Jumlah data

$O_i$  = Jumlah nilai pengamatan pada Sub Kelompok Ke-1 Parameter  $\chi^2 h$  merupakan Variabel acak

$E_i$  = Jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke-1

(Sumber: Triatmodjo, 2008:238)

Prosedur perhitungan uji Chi Kuadrat adalah :

- Tetapkan jumlah pengamatan data curah hujan ( $n$ ) tahun.
- Urutkan data curah hujan dari yang terbesar ke terkecil ataupun sebaliknya.
- Hitung derajat kebebasan dengan menggunakan rumus  $DK = K - (\alpha + 1)$ , dimana  $\alpha = 2$  untuk distribusi normal dan binominal dan  $\alpha = 1$  untuk distribusi *poison*.
- Cara nilai Chi-Kuadrat dari harga DK dan  $h = 5\%$  dari tabel distribusi Chi-Kuadrat dan membandingkan

periode ulang 10 tahun dengan variabel K dan peluang 9%, 5%, 2% pada tabel 3.7 *Variable Reduced Gauss*.

- e) Interpretasi data yang ada dengan membandingkan nilai Chi-Kuadrat teoritis dan nilai Chi-Kuadrat dengan memasukan hasil ( $\chi^2h$ ) pada tabel 3.8 distribusi Chi-Kuadrat.
- f) Apabila ( $\chi^2h$ ) < ( $\chi^2Cr$ ), berarti jumlah data dapat digunakan untuk perhitungan selanjutnya sesuai interpretasi datanya.

*Tabel 3. 7 Variabel Reduced Gauss*

Periode Ulang T (tahun)	Peluang	$K_T$
5	0,2	0,84
10	0,1	1,28
20	0,05	1,64
50	0,2	2,05
100	0,01	2,33

(Sumer: Soewarno, 1995; 119)

Tabel 3. 8 Nilai Chi-Kuadrat

Dk	Taraf signifikansi					
	50%	30%	20%	10%	5%	1%
1	0,455	1,074	1,642	2,706	3,841	6,635
2	1,366	2,408	3,219	4,605	5,991	9,210
3	2,366	3,665	4,642	6,251	7,815	11,341
4	3,357	4,878	5,989	7,779	9,488	13,277
5	4,351	6,056	7,289	9,236	11,070	15,086
6	5,348	7,231	8,558	10,645	12,592	16,812
7	6,346	8,383	9,803	12,017	14,067	18,475
8	7,344	9,524	11,030	13,362	15,507	20,090
9	8,343	10,656	12,242	14,686	16,919	21,666
10	9,342	11,781	13,442	15,987	18,307	23,309
11	10,341	12,899	14,631	17,275	19,675	24,725
12	11,340	14,011	15,812	18,549	21,026	26,217
13	12,340	15,119	16,985	19,812	22,362	27,688
14	13,339	16,222	18,151	21,064	23,685	29,141
15	14,339	17,332	19,311	23,307	24,996	30,578

(Sumber: Triatmodjo, 2008;240)

- Smirnov-Kolmogorov

Uji Smirnov–Kolmogorov sering juga disebut uji kecocokan non parametik ( *non parametric test* ) Karena pengujian tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu.

Prosedur Uji Smirnov–Kolmogorov adalah :

1. Urutkan data pengamatan ( dari data terbesar sampai yang terkecil atau sebaliknya ) dan tentukan besarnya peluang masing-masing data tersebut.

$$X_1 = P(X_1)$$

$$X_2 = P(X_2)$$

$$X_m = P(X_m)$$

$$X_n = P(X_n)$$

$$P(X_n) = \frac{m}{n+1} \text{ dan } P(X_m) = 1 - P(X_i) \dots \dots \dots (3.18)$$

Dimana :

$P(X)$  = Peluang

$m$  = Nomor urut kejadian

$n$  = Jumlah data

2. Tentukan nilai masing-masing peluang teoritis dan hasil penggambaran data (persamaan distribusi).

$$X_1 = P'(X_1)$$

$$X_2 = P'(X_2)$$

$$X_m = P'(X_m)$$

$$X_n = P'(X_n)$$

$$F(t) = \frac{X - \bar{X}}{s_d} \text{ dan } P'(X_i) = 1 - P'(X_m) \dots \dots \dots (3.19)$$

Dimana :

$P/(X_m)$  = Peluang teoritis yang terjadi pada nomor ke- $m$  yang didapat dari tabel

$X$  = Curah hujan harian

$\bar{X}$  = Curah hujan rata-rata

$F(t)$  = Distribusi normal standard



3. Tentukan selisih terbesar dari peluang pengamatan dengan peluang teoritis dari kedua nilai peluang tersebut.

$$D_{\max} = [P(X_m) - P^*(X_m)] \dots \dots \dots (3.20)$$

4. Tentukan harga  $D_0$  berdasarkan tabel nilai kritis Smirnov-Kolmogorov.

Berdasarkan tabel nilai kritis Smirnov-Kolmogorov test, tentukan harga  $D_0$  dengan ketentuan :

- Apabila  $D_{\max} < D_0$ , maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan distribusi dapat diterima.
- Apabila  $D_{\max} > D_0$ , maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan distribusi tidak dapat diterima.

Nilai  $D_0$  dapat dilihat pada tabel 3.9.

Tabel 3. 9 Nilai Kritis  $D_0$  untuk uji Smirnov-Kolmogorov

N	$\alpha$			
	0,20	0,10	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,30	0,34	0,40
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,20	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,20	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
N>50	<b>1,07</b>	<b>1,22</b>	<b>1,36</b>	<b>1,63</b>
	$\sqrt{n}$	$\sqrt{n}$	$\sqrt{n}$	$\sqrt{n}$

(Sumber : Soewarno, 1995: 199)

## 5. Koefesien Pengaliran

Koefesien pengaliran merupakan perbandingan antara limpasan air hujan dengan total hujan penyebab limpasan. Koefesien pengaliran pada suatu daerah dipengaruhi oleh kondisi karakteristik sebagai berikut :

- Kondisi hujan
- Luas dan bentuk daerah pengaliran
- Kemiringan daerah aliran dan kemiringan dasar sungai
- Daya infiltrasi dan perkolasi tanah
- Kebasahan tanah
- Tata guna lahan

Untuk menentukan koefesien pengaliran rata – rata, rumus yang digunakan adalah :

$$C = \frac{A_1 C_1 + A_2 C_2 + \dots + A_n C_n}{A \text{ total}} \dots \dots \dots (3.21)$$

Dimana :

C = Koefesien aliran rata – rata

An = Luas Daerah pengaruh hujan ke – n (km<sup>2</sup>)

Cn = Koefesien aliran pada tata guna lahan

A = Luas total DAS (km<sup>2</sup>)

(Sumber: Subarkah, 1980 : 51)

Koefisien pengaliran dapat dilihat pada tabel 3.10

Tabel 3. 10 Koefisien Aliran

Kondisi Daerah Aliran	Koefesien Aliran (C)
- Rerumputan	0,05 - 0,35
- Bisnis	0,50 - 0,95
- Perumahan	0,25 - 0,75
- Industri	0,50 - 0,90
- Pertamanan	0,10 - 0,25
- Tempat Bermain	0,20 - 0,35
- Daerah Pegunungan berlereng terjal	0,75 - 0,90
- Daerah perbukitan	0,70 - 0,80
- Tanah bergelombang dan bersemak - semak	0,50 - 0,75
- Tanah dataran yang digarap	0,45 - 0,65
- Persawahan irigasi	0,70 - 0,80
- Sungai di daerah pegunungan	0,75 - 0,85
- Sungai kecil di dataran	0,45 - 0,75
- Sungai yang besar dengan wilayah aliran lebih dari seperduanya terdiri dari dataran	0,50 - 0,75

(Sumber:Loebis, 1984)

## 6. Intensitas Hujan

Perhitungan Intensitas Hujan tergantung dari data yang tersedia. Data dari alat penakar hujan manual : data hujan harian atau data hujan 24 jam-an, rumus yang digunakan adalah rumus “Mononobe”.

$$I_t = \frac{R_{24}}{24} \left[ \frac{24}{t} \right]^{2/3} \dots\dots\dots (3.22)$$

Dimana:

$J_t$  = Intensitas Hujan (mm/jam)  
 $R_{24}$  = hujan harian (mm)  
 $t$  = waktu konsentrasi (jam)

- Data dari alat penakar hujan otomatis : data hujan jam-jaman, rumus yang digunakan adalah rumus-rumus empiris:

Talbot  $\rightarrow I_t = \frac{a}{t+b} \dots\dots\dots (3.23)$

Ishiguro  $\rightarrow I_t = \frac{a}{\sqrt{t}+b} \dots\dots\dots (3.24)$

Sherman  $\rightarrow I_t = \frac{a}{t^n} \dots\dots\dots (3.25)$

(Sumber: Suyono, 1993;32)

- Time of Concentration ( $t_c$ )

$$t_c = t_0 + t_f \dots\dots\dots (3.26)$$

Dimana :

$t_0$  = *overland flow time (inlet time)* adalah waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir diatas permukaan tanah, dari titik terjauh pada suatu daerah pengaliran (catchment area) sampai ke sistem saluran yang ditinjau.

$t_f$  = *channel flow time* adalah waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir disepanjang saluran sampai ke titik kontrol di bagian hilir yang ditinjau.

- Overland flow time ( $t_0$ )

Kirpich Fomula  $\rightarrow t_0 = 0,0195 \left( \frac{l_0}{\sqrt{I_0}} \right)^{0,77} \text{ menit} \dots\dots\dots (3.27)$



Dimana :

$L_0$  = jarak titik terjauh lahan terhadap sistem saluran yang ditinjau

$I_0$  = Kemiringan rata-rata permukaan tanah kearah saluran yang ditinjau

$n$  = koefisien kekasaran permukaan tanah menurut Kerby  
( misal : tanah licin,  $n = 0,02$ . Tanah berumput,  $n = 0,40$ . dst )

- Channel flow time ( $t_f$ )

$$t_f = \frac{L}{V} \dots \dots \dots (3.24)$$

$L$  = Panjang saluran ( meter )

$V$  = Kecepatan aliran dalam saluran ( m/det ) dapat dilihat pada tabel 3.11

Tabel 3. 11 Kecepatan aliran rata-rata untuk saluran alam

Kemiringan rata-rata dasar sungai ( % )	Kecepatan rata-rata (m/detik)
< 1	0,40
1 – 2	0,60
2 – 4	0,90
4 – 6	1,20
6 – 10	1,50
10 - 15	2,40

Koefisien penyebaran hujan dapat dilihat pada tabel 3.12

#### 7. Debit Rencana

$$Q = \frac{1}{3,6} \beta \bar{C} I_t A \dots \dots \dots (3.27)$$

Dimana :

$Q$  = debit rencana (m<sup>3</sup>/det)

$\beta$  = koefisien penyebaran hujan (terlihat tabel 3.12)

$C$  = koefisien pengaliran (*run-off coefficient*)

$I_t$  = intensitas hujan (mm/jam)

$A$  = luas daerah pengaliran (km<sup>2</sup>)

(Sumber: Suripin, 2003 : 82)

Tabel 3. 12 Koefisien penyebaran hujan ( $\beta$ )

Luas Catchment Area (km <sup>2</sup> )	Koefisien $\beta$
0 – 4	1
5	0,995
10	0,980
15	0,955
20	0,920
25	0,875
30	0,820
50	0,500

### 3.1.3.2 Analisa Hidrolika

#### 1. Perencanaan Saluran Drainase

Perencanaan saluran drainase harus berdasarkan perhitungan debit yang akan ditampung oleh daerah tersebut dan kondisi lapangan. Batasan dalam perencanaan saluran adalah sebagai berikut :

- Dalamnya aliran, luas penampang lintasan aliran, kecepatan aliran serta debit selalu tetap setiap penampang melintang.
- Bentuk penampang saluran drainase dapat merupakan saluran terbuka maupun saluran tertutup tergantung dari kondisi eksisting.

Rumus kecepatan rata-rata pada perhitungan dimensi penampang saluran menggunakan rumus *Manning*, karena rumus ini mempunyai bentuk yang sangat sederhana tetapi memberikan hasil yang sangat memuaskan .

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} . I^{1/2} \dots\dots\dots (3.28)$$

$$Q = A . V \dots\dots\dots (3.29)$$

$$Q = A . \frac{1}{n} R^{2/3} . I^{1/2} \dots\dots\dots (3.30)$$

Dimana :

$Q$  = Debit saluran ( $m^3/detik$ )

$V$  = Kecepatan aliran ( $m/detik$ )

$A$  = Luas penampang basah saluran ( $m^2$ )

$n$  = Koefisien kekasaran dinding dan dasar saluran (terlihat tabel 3.13)

$R$  = Jari-jari hidrolis saluran =  $\frac{A}{P}$  ( $m$ )

$I$  = Kemiringan dasar saluran

(Sumber: Anggrahini, 1996; 142, 160)

### 3.1.4 Kemiringan Dasar Saluran ( $I_0$ )

Kemiringan dasar saluran merupakan perbandingan antara selisih elevasi dengan panjang saluran.

$$I_0 = \frac{\Delta H}{L} \dots \dots \dots (3.31)$$

Dimana :

$I_0$  = Kemiringan dasar saluran

$\Delta H$  = Selisih tinggi

$L$  = Panjang saluran ( $m$ )

Tabel 3. 13 Koefisien Manning dari tiap jenis material saluran

Material Saluran	Koefisin Kekasaran
Plester halus	0,001 - 0,013
Plester kasar	0,011 - 0,015
Beton dipoles sedikit	0,013 - 0,016
Beton dipoles dengan sendok kayu	0,011 - 0,015
Batu teratur dengan semen	0,015 - 0,020
Batu bata dengan semen	0,012 - 0,018
Batu tidak teratur dengan semen	0,017 - 0,024
Pasangan batu pecah disemen	0,017 - 0,030
Tanah dengan sedikit tanaman pengganggu	0,022 - 0,033
Tanah dengan banyak tanaman pengganggu	0,030 - 0,040

- Penampang Saluran Segi Empat (terlihat pada gambar 3.1)

$$Q = V \cdot A$$

Dimana :

$Q$  = Debit Saluran ( $\text{m}^3/\text{detik}$ )

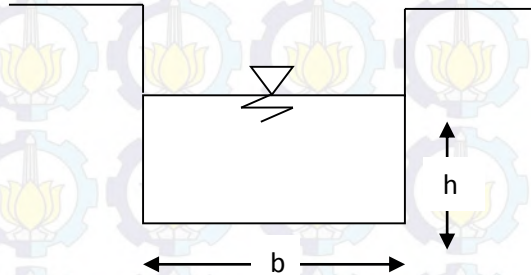
$A$  = Luas penampang basah saluran ( $\text{m}^2$ ) =  $b \times h$

$P$  = Keliling basah =  $b + 2h$

$R$  = Jari-jari hidrolis saluran ( $\text{m}$ ) =  $A/P$

$V$  = Kecepatan aliran ( $\text{m}/\text{detik}$ )

(Sumber: Anggrahini, 1996; 17)



Gambar 3. 1 Dimensi saluran segi empat

- Penampang Saluran Trapesium (terlihat pada gambar 3.2)

$$Q = V \cdot A$$

Dimana :

$Q$  = Debit Saluran ( $\text{m}^3/\text{detik}$ )

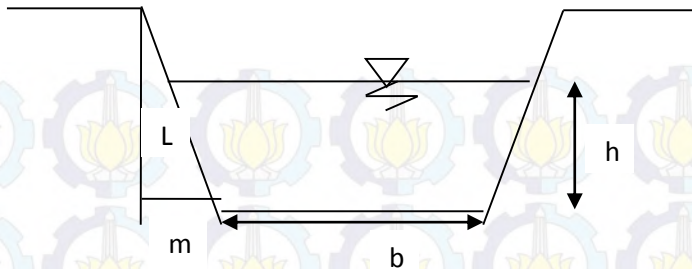
$A$  = Luas penampang basah saluran ( $\text{m}^2$ ) =  $(b + mh)h$

$P$  = Keliling basah =  $b + 2h\sqrt{1 + m^2}$

$R$  = Jari-jari hidrolis saluran ( $\text{m}$ ) =  $A/P$

$V$  = Kecepatan aliran ( $\text{m}/\text{detik}$ )





Gambar 3. 2 Dimensi saluran trapesium

- Penampang Saluran Lingkaran (terlihat pada gambar 3.3)

$$Q = V \cdot A$$

Dimana :

$Q$  = Debit Saluran ( $\text{m}^3/\text{detik}$ )

$A$  = Luas penampang basah saluran ( $\text{m}^2$ ) =  $\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2$

$P$  = Keliling basah =  $\pi \cdot d^2$

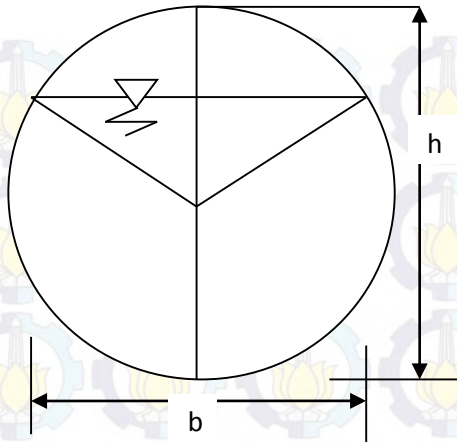
$R$  = Jari-jari hidrolis saluran ( $\text{m}$ ) =  $A/P$

$V$  = Kecepatan aliran ( $\text{m}/\text{detik}$ )

Aliran bebas ( $v$ ) =  $\frac{1}{n} R^{2/3} \cdot I^{1/2}$

Aliran tertekan ( $v$ ) =  $\sqrt{2 \cdot g \cdot h}$

(Sumber: Anggrahini, 1996; 17)



Gambar 3. 3 Dimensi saluran lingkaran

### 3.1.4 Pengumpulan Data

Adapun data yang kami butuhkan untuk keperluan penyusunan Proyek Akhir ini antara lain :

#### a. Data Hujan

Data hujan yang digunakan untuk mengetahui debit banjir yang mengalir di Saluran Gunungsari yang dipengaruhi oleh Stasiun Penakar Curah Hujan Gunungsari. Data curah hujan maksimum tahunan mulai tahun 2005 sampai dengan tahun 2014.

Data tersebut dihitung distribusi curah hujan daerahnya atau rata-rata hujan yang paling tinggi pada tanggal yang sama, dan selanjutnya digunakan sebagai dasar perhitungan debit rencana.

#### b. Peta Topografi

#### c. Peta Tata Guna Lahan

#### d. Peta Stasiun Hujan

#### e. Peta Genangan

#### f. Data Genangan

#### g. Data Pasang Surut Air laut

#### h. Data Koefesien Pengaliran

#### i. Data Eksisting Saluran Gunungsari box culvert (Long and Cross)

#### j. Data Eksisting Kali Greges

#### k. Data Eksisting Kali Balong

### 3.1.5 Pengolahan data

Data yang telah didapatkan kemudian diolah dengan menggunakan analisis hidrologi dan hidrolika.

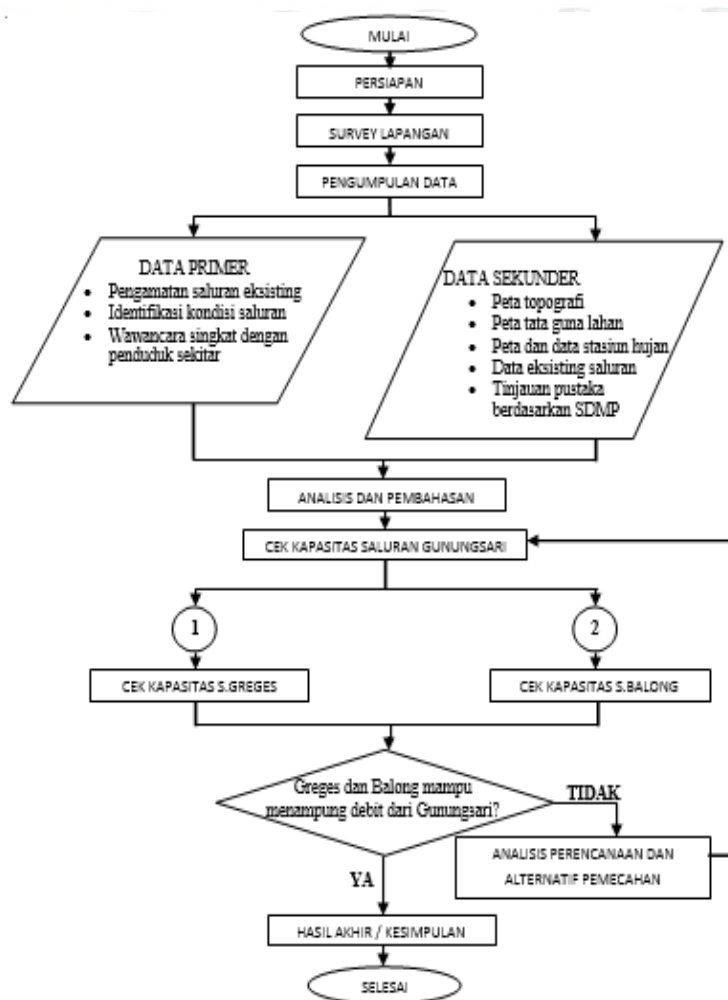
#### 1. Analisis hidrologi

- Data hujan harian
- Hujan harian rata-rata :
  - Metode aljabar
  - Metode poligon thiesen
  - Metode isohyet

- Curah hujan rencana
  - Metode distribusi Gumbel
  - Metode distribusi Normal
  - Metode distribusi *Log-Person III*
  - Uji kesesuaian frekuensi distribusi curah hujan rencana
  - Uji Chi Kuadrat
  - Uji Smirnov-Kolmogorov
  - Analisis intensitas hujan
  - Mononobe
  - Talbot
  - Sherman
  - Ishiguro
  - Debit rencana dengan metode rasional
2. Analisis hidrolika
- Debit saluran dengan menggunakan rumus *Manning*
  - Penampang saluran
  - Bentuk trapesium
  - Bentuk persegi
  - Bentuk lingkaran



### 3.2 Diagram Alir (Flow Chart)



Gambar 3. 4 Flow Chart



## BAB IV ANALISA DAN PERENCANAAN

### 4.1 Analisa Curah Hujan

Data hujan yang diperoleh dari stasiun hujan merupakan hujan yang terjadi pada satu titik saja. Untuk perhitungan hidrologi, dibutuhkan data hujan di kawasan yang ditinjau, sehingga memerlukan satu atau beberapa stasiun hujan. Ada 3 cara yang sering digunakan untuk mengubah data hujan tersebut. Cara-cara ini adalah Rata-rata Aljabar, Poligon Thiessen, dan Ishoyet.

Ditinjau dari letak penakar stasiun hujannya yang tidak merata dan stasiun hujan yang terbatas, kondisi Topografi yang datar serta luas DAS yang kurang dari 500 km<sup>2</sup>, maka data hujan dihitung dengan rata-rata aljabar.

#### 4.1.1 Curah Hujan Rencana

Ada 3 (tiga) stasiun hujan yang berpengaruh dengan daerah aliran pada studi ini, yaitu stasiun hujan Gunungsari, stasiun hujan Kandangan dan stasiun hujan Simo.

Data curah hujan selama 20 tahun (1991-2013) yang digunakan adalah data curah hujan dari stasiun pengamatan hujan yang berpengaruh yaitu dari stasiun hujan Gunungsari, stasiun hujan Kandangan dan stasiun hujan Simo. Untuk tahun 1999, 2010 dan 2011 tidak digunakan dikarenakan data hujan pada stasiun hujan Simo mengalami kerusakan sehingga sebagai pengganti diambil data hujan pada tahun 1991, 1992 dan 1993. Data curah hujan tersebut dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Data hujan kawasan Banyu Urip, Tandes

Tahun	Tanggal	Stasiun Hujan (mm)		
		Gunungsari	Kandangan	Simo
1991	2 Januari	107	55	150
1992	3 Maret	103	88	135
1993	1 Maret	41	103	165
1994	8 Maret	116	8	55
1995	6 April	69	125	120
1996	9 November	70	254	15
1997	13 Februari	95	35	154
1998	13 Februari	83	48	60
2000	28 Oktober	0	110	78
2001	1 Maret	40	124	172
2002	30 Januari	113	205	135
2003	28 November	76	99	174
2004	5 Maret	103	62	152
2005	13 Desember	86	39	138
2006	22 Februari	34	56	132
2007	4 Desember	64	35	107
2008	13 Desember	47	120	79
2009	9 Januari	78	76	107
2012	1 Januari	102	18	41
2013	23 April	97	9	40

(Sumber: Dinas Pekerjaan Umum Pengairan Surabaya dan Stasiun Meteorologi Perak I Surabaya)

Curah hujan rencana merupakan besaran curah hujan yang digunakan untuk menghitung debit banjir untuk setiap periode ulang rencana. Periode ulang rencana ini akan menunjukkan tingkat layanan dari sistem drainase yang direncanakan.



Analisa untuk menentukan besaran hujan harian rata-rata menggunakan cara aritmatika dari 3 (tiga) stasiun hujan dapat dilihat pada tabel 4.2 dan 4.3

Perhitungan curah hujan harian pada tahun 1991:

$$\begin{aligned} X &= \frac{1}{n} (X_1 + X_2 + X_3) \\ &= \frac{1}{3} (107 + 55 + 150) \\ &= 104 \text{ mm} \end{aligned}$$

Tabel 4. 2 Perhitungan hujan harian rata-rata

Tahun	Stasiun Hujan (mm)			Hujan Harian (X) mm
	Gunungsari	Kandangan	Simo	
1991	107	55	150	104
1992	103	88	135	108,7
1993	41	103	165	103
1994	116	8	55	59,7
1995	69	125	120	104,7
1996	70	254	15	113
1997	95	35	154	94,7
1998	83	48	60	63,7
2000	0	110	78	62,7
2001	40	124	172	112
2002	113	205	135	151
2003	76	99	174	116,3
2004	103	62	152	105,7
2005	86	39	138	87,7
2006	34	56	132	74
2007	64	35	107	68,7

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 4. 3 Perhitungan hujan harian rata-rata (lanjutan)

Tahun	Stasiun Hujan (mm)			Hujan Harian (X) mm
	Gunungsari	Kandangan	Simo	
2008	47	120	79	82
2009	78	76	107	87
2012	102	18	41	53,7
2013	97	9	40	48,7

(Sumber: Hasil Perhitungan)

#### 4.2 Analisa Distribusi Frekuensi

Tujuan dari perhitungan curah hujan harian maksimum adalah untuk mendapatkan curah hujan rencana pada setiap periode ulang yang diinginkan. Sebelum menentukan metode apa yang digunakan untuk mengitung curah hujan rencana terlebih dahulu dilakukan analisa frekuensi terhadap data curah hujan.

##### 4.2.1 Perhitungan Metode Distribusi Gumbel

Perumusan Metode Gumbel

$$X_t = \bar{X} + (K \times S)$$

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n}$$

Faktor probabilitas k untuk harga ekstrim Gumbel dapat dihitung dengan rumus:

$$k = \frac{Y_t - Y_n}{S_n}$$

$$n = 20$$

- $X_t$  = Besarnya curah hujan rencana pada periode ulang  $T$  tahun (mm)  
 $\bar{X}$  = Curah hujan harian maksimum rata-rata selama tahun pengamatan (mm).  
 $k$  = Faktor frekuensi.  
 $X_i$  = Curah hujan masing-masing tahun pengamatan.  
 $Y_t$  = *Reduced Variated*.  
 $Y_n$  = *Reduced Mean*.(tabel 3.4)  
 $S_n$  = *Reduced Standart Deviation*.(tabel 3.5)

Perhitungan Metode Gumbel:

Perhitungan curah hujan harian maksimum rata-rata selama tahun pengamatan

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n}$$

$$\bar{X} = \frac{1800,67\text{mm}}{20}$$

$$\bar{X} = 90,03 \text{ mm}$$

Selanjutnya untuk menghitung Standart Deviasi (S) perhitungan dapat dilanjutkan dalam tabel seperti pada tabel 4.4. Perhitungan S dapat dilihat dibawah ini.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{12801,98}{20-1}}$$

$$S = 25,96$$

Tabel 4. 4 Perhitungan Standart Deviasi

Tahun	Hujan Harian (mm)	Xi (rank)	$Xi - \bar{X}$	$(Xi - \bar{X})^2$	$(Xi - \bar{X})^3$	$(Xi - \bar{X})^4$
1991	104	151	60,97	3716,93	226609,10	13815601,66
1992	108,7	116,3	26,30	691,69	18191,45	478435,06
1993	103	113	22,97	527,47	12114,18	278222,26
1994	59,7	112	21,97	482,53	10599,67	232839,49
1995	104,7	108,7	18,63	347,20	6469,51	120548,61
1996	113	105,7	15,63	244,40	3820,80	59731,90
1997	94,7	104,7	14,63	214,13	3133,50	45853,56
1998	63,7	104	13,97	195,07	2724,45	38051,44
2000	62,7	103	12,97	168,13	2180,14	28269,19
2001	112	94,7	4,63	21,47	99,47	460,87
2002	151	87,7	-2,37	5,60	-13,26	31,37
2003	116,3	87	-3,03	9,20	-27,91	84,66
2004	105,7	82	-8,03	64,53	-518,43	4164,69
2005	87,7	74	-16,03	257,07	-4121,65	66083,84
2006	74	68,7	-21,37	456,53	-9754,62	208423,70
2007	68,7	63,7	-26,37	695,20	-18330,14	483304,58
2008	82	62,7	-27,37	748,93	-20495,84	560902,80
2009	87	59,7	-30,37	922,13	-28002,15	850331,93
2012	53,7	53,7	-36,37	1322,53	-48096,17	1749097,36
2013	48,7	48,7	-41,37	1711,20	-70786,69	2928209,24
Jumlah	1800,7			12801,98	85795,43	21948648,23
Rata- rata	90,03					

(Sumber: Hasil Perhitungan)



- Perhitungan Koefisien Keruncingan (Ck)

$$Ck = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3) \times S^4} \times \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4$$

$$Ck = \frac{20^2}{(20-1)(20-2)(20-3) \times 25,96^4} \times 21948648,23$$

$$Ck = 3,33$$

- Perhitungan Koefisien Kemencengan (Cs)

$$Cs = \frac{n}{(n-1)(n-2) \times S^3} \times \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3$$

$$Cs = \frac{20}{(20-1)(20-2) \times 25,96^3} \times 85795,43$$

$$Cs = 0,29$$

- Perhitungan Koefisien Variasi (Cv)

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}}$$

$$Cv = \frac{25,96}{90,03}$$

$$Cv = 0,29$$

Hasil perhitungan analisa distribusi frekuensi dengan Metode Gumbel dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Perhitungan distribusi frekuensi metode gumbel

Tahun	Xi (rank)	$Xi - \bar{X}$	$(Xi - \bar{X})^2$
2002	151	60,97	3716,93
2003	116,3	26,30	691,69
1996	113	22,97	527,47
2001	112	21,97	482,53
1992	108,7	18,63	347,20
2004	105,7	15,63	244,40
1995	104,7	14,63	214,13
1991	104	13,97	195,07
1993	103	12,97	168,13
1997	94,7	4,63	21,47
2005	87,7	-2,37	5,60
2009	87	-3,03	9,20
2008	82	-8,03	64,53
2006	74	-16,03	257,07
2007	68,7	-21,37	456,53
1998	63,7	-26,37	695,20
2000	62,7	-27,37	748,93
1994	59,7	-30,37	922,13
2012	53,7	-36,37	1322,53
2013	48,7	-41,37	1711,20
Jumlah	1800,7		12801,98
Rata-rata	90,03		

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Perhitungan distribusi frekuensi Metode Gumbel

$$n = 20$$

$$Y_n = 0,5236 \text{ (dari tabel 3.4)}$$

$$S_n = 1,0628 \text{ (dari tabel 3.5)}$$

Periode ulang 5 tahun

$$Y_{t_5} = -\ln \left[ \ln \frac{(5-1)}{5} \right]$$

$$Y_{t_5} = -\ln \left[ \ln \frac{(5-1)}{5} \right]$$

$$Y_{t_5} = 1,5$$

$$k_5 = \frac{(Y_t - Y_n)}{S_n}$$

$$k_5 = \frac{(1,5 - 0,5236)}{1,0628}$$

$$k_5 = 0,92$$

Periode ulang 10 tahun

$$Y_{t_{10}} = -\ln \left[ \ln \frac{(10-1)}{10} \right]$$

$$Y_{t_{10}} = -\ln \left[ \ln \frac{(10-1)}{10} \right]$$

$$Y_{t_{10}} = 2,25$$

$$k_{10} = \frac{(Y_t - Y_n)}{S_n}$$

$$k_{10} = \frac{(2,25 - 0,5236)}{1,0628}$$

$$k_{10} = 1,62$$

Perhitungan Reduced Variate ( $Y_t$ ) dan Faktor Frekuensi ( $k$ ) dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4. 5 Perhitungan faktor frekuensi

Periode ulang	$Y_t$	$k$
5	1,5	0,92
10	2,25	1,62

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Dari perhitungan hujan rata-rata dan nilai faktor frekuensi dengan menggunakan Metode Distribusi Gumbel dapat dihitung curah hujan rencana periode ulang 5 dan 10 tahun dengan persamaan sebagai berikut:

$$R_5 = \bar{X} + (k \times S)$$

$$R_5 = 90,03 + (0,92 \times 25,96)$$

$$R_5 = 113,897 \text{ mm/hari}$$

$$R_{10} = \bar{X} + (k \times S)$$

$$R_{10} = 90,03 + (1,62 \times 25,96)$$

$$R_{10} = 132,207 \text{ mm/hari}$$

Hasil perhitungan curah hujan rencana dan probabilitas terjadinya hujan dengan besaran hujan rencana menggunakan Metode Distribusi Gumbel dapat ditabelkan pada tabel 4.7.



Tabel 4. 6 Hasil perhitungan curah hujan rencana dengan menggunakan metode distribusi gumbel

Periode ulang	Yt	k	R (mm/hari)
5	1,5	0,92	113,897
10	2,25	1,62	132,207

(Sumber: Hasil Perhitungan)

#### 4.2.2 Perhitungan Metode Distribusi Log Pearson Type III

Metode Log Person Type III didasarkan pada perubahan data yang ada dalam bentuk logaritma. Distribusi ini digunakan karena fleksibelitasnya. Hasil perhitungan menggunakan Log Pearson Type III dapat dilihat pada tabel 4.8.

Perhitungan Parameter Log Pearson Type III

- Nilai Rata-rata

$$\text{Log}\bar{X} = \frac{\sum \text{Log } X_i}{n}$$

$$\text{Log}\bar{X} = \frac{38,73}{20}$$

$$\text{Log}\bar{X} = 1,936$$

- Standart Deviasi

$$S = \sqrt{\left[ \frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^2}{n-1} \right]}$$

$$S = \sqrt{\left[ \frac{0,323}{20-1} \right]}$$

$$S = 0,13$$

- Perhitungan Koefisien Keruncingan (Ck)

$$Ck = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3) \times S^4} \times \sum_{i=1}^n (\text{Log} X_i - \text{Log} \bar{X})^4$$

$$Ck = \frac{20^2}{(20-1)(20-2)(20-3) \times 0,1^4} \times 0,012$$

$$Ck = 2,744$$

- Perhitungan Koefisien Kemencengan (Cs)

$$Cs = \frac{n}{(n-1)(n-2) \times S^3} \times \sum_{i=1}^n (\text{Log} X_i - \text{Log} \bar{X})^3$$

$$Cs = \frac{20}{(20-1)(20-2) \times 0,1^3} \times -0,012$$

$$Cs = -0,3$$

- Perhitungan Koefisien Variasi (Cv)

$$Cv = \frac{S}{\text{Log} \bar{X}}$$

$$Cv = \frac{0,13}{1,936}$$

$$Cv = 0,067$$

Tabel 4. 7 Perhitungan parameter statistik distribusi Log Pearson Type III

Xi	Log Xi	$(\text{Log Xi} - \text{Log}\bar{X})$	$(\text{Log Xi} - \text{Log}\bar{X})^2$	$(\text{Log Xi} - \text{Log}\bar{X})^3$	$(\text{Log Xi} - \text{Log}\bar{X})^4$
151,0	2,18	0,243	0,05883	0,0142683587	0,0034607112
116,3	2,07	0,129	0,01671	0,0021602803	0,0002792631
113,0	2,05	0,117	0,01361	0,0015871170	0,0001851308
112,0	2,05	0,113	0,01272	0,0014346967	0,0001618130
108,7	2,04	0,100	0,00993	0,0009899493	0,0000986622
105,7	2,02	0,088	0,00766	0,0006700484	0,0000586329
104,7	2,02	0,083	0,00695	0,0005795909	0,0000483239
104,0	2,02	0,081	0,00650	0,0005236230	0,0000422045
103,0	2,01	0,076	0,00584	0,0004460265	0,0000340785
94,7	1,98	0,040	0,00158	0,0000628767	0,0000025003
87,7	1,94	0,006	0,00004	0,0000002624	0,0000000017
87,0	1,94	0,003	0,00001	0,0000000294	0,0000000001
82,0	1,91	-0,023	0,00051	-0,0000115718	0,0000002617
74,0	1,87	-0,067	0,00452	-0,0003034750	0,0000203938
68,7	1,84	-0,100	0,00994	-0,0009906254	0,0000987520
63,7	1,80	-0,133	0,01756	-0,0023272770	0,0003084116
62,7	1,80	-0,139	0,01943	-0,0027086322	0,0003775722
59,7	1,78	-0,161	0,02582	-0,0041500515	0,0006669163
53,7	1,73	-0,207	0,04274	-0,0088348084	0,0018264012
48,7	1,69	-0,249	0,06210	-0,0154756467	0,0038565450
Jumlah	38,73		0,32299	-0,0120792289	0,0115265759
Rata- rata	1,936				

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Dengan koefisien kemencengan  $C_s = -0,3$  maka harga  $k$  diperoleh seperti pada tabel 4.9.

Tabel 4. 8 Nilai  $K$  untuk metode distribusi Log Pearson Type III dengan  $C_s = -0,3$

Periode Ulang (tahun)	$k$
5	0,853
10	1,245

(Sumber: Triatmodjo, 2008: 232-233)

Selanjutnya dapat dihitung curah hujan rencana dengan periode ulang ( $T$ ) 5 dan 10 tahun. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 4.10.

$$\begin{aligned}\text{Log } R_5 &= \text{Log } \bar{X} + (k \times S) \\ &= 1,936 + (0,853 \times 0,13) \\ &= 2,048\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Log } R_{10} &= \text{Log } \bar{X} + (k \times S) \\ &= 1,936 + (1,245 \times 0,13) \\ &= 2,099\end{aligned}$$

Tabel 4. 9 Perhitungan hujan rencana dengan metode distribusi Log Pearson Type III

Periode Ulang (tahun)	$X_r$	$k$	Log $R$	$R$
5	1,936	0,853	2,048	111,596
10	1,936	1,245	2,099	125,533

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Maka untuk menentukan distribusi hujan rencana yang sesuai dengan syarat-syarat parameter statistiknya dapat dilihat pada tabel 3.2.



Berdasarkan perhitungan di atas yang menggunakan Metode Distribusi Gumbel dan Log Pearson Type III maka data Ck dan Cs direkap pada tabel 4.11.

Tabel 4. 10 Rekapitulasi perhitungan Ck dan Cs distribusi frekuensi

Metode	Ck	Cs
Gumbel	3,33	0,29
Log Pearson Type III	2,74	-0,32

(Sumber: Hasil Perhitungan)

#### 4.3 Uji Kecocokan Distribusi Hujan

Dalam menentukan distribusi curah hujan yang dipakai, kita lakukan perhitungan uji kecocokan dengan menggunakan data hujan yang telah tersedia. Perhitungan uji kecocokan harus dilakukan karena masing-masing perhitungan distribusi hujan memiliki sifat statistik yang khas. Pemilihan distribusi yang tidak tepat dapat mengakibatkan kesalahan perkiraan yang mungkin cukup besar baik *over estimated* maupun *under estimated*. Parameter uji kecocokan yang sering dipakai adalah metode Chi Kuadrat dan metode Smirnov-Kolmogorov

##### 4.3.1 Uji Kecocokan Chi-Kuadrat

Uji Chi-Kuadrat dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang dipilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data yang dianalisis.

Hasil interpretasinya :

1. Apabila peluang lebih dari 5% maka persamaan distribusi teoritis yang digunakan dapat diterima
2. Peluang lebih kecil dari 1% maka persamaan distribusi teoritis yang digunakan tidak dapat diterima
3. Apabila peluang berada di antara 1% - 5% adalah tidak mungkin mengambil keputusan, maka perlu ditambah data.

Perhitungan Chi-Kuadrat:

Banyaknya data (n) = 20

Taraf Signifikan = 5%

Jumlah sub kelompok =  $1 + 1.33 \ln 20$

= 4,98 ~ 5

Derajat kebebasan =  $G - R - I$

=  $5 - 2 - 1 = 2$

- Uji Chi Kuadrat untuk Distribusi Log Pearson Type III

Data pengamatan dibagi menjadi 5 sub grup dengan interval peluang ( $P$ ) = 0,2 dengan menggunakan Distribusi Log Pearson Type III.

Besarnya peluang untuk tiap sub-grup adalah:

Sub grup 1  $P \leq 1,866$

Sub grup 2  $P \leq 1,925$

Sub grup 3  $P \leq 1,975$

Sub grup 4  $P \leq 2,034$

Sub grup 5  $P < 2,034$

Pembagian sub grup peluang dapat dilihat pada tabel 4.12.

Tabel 4. 11 Pembagian sub grup

P	Log $\bar{X}$	K	S Log X	Log X
0,8	1,936	-0,84	0,130	1,8269
0,6	1,936	-0,25	0,130	1,9038
0,4	1,936	0,25	0,130	1,9690
0,2	1,936	0,84	0,130	2,0460

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Diketahui :

$$\text{Log } \bar{X} = 1,950$$

$$S = 0,13$$

- Untuk  $P = 1 - 0,2 = 0,8$   

$$X = \log \bar{X} + k \cdot S$$

$$= 1,936 + (-0,84) \cdot 0,13$$

$$= 1,8269$$

- Untuk  $P = 1 - 0,4 = 0,6$   

$$X = \log \bar{X} + k \cdot S$$

$$= 1,936 + (-0,25) \cdot 0,13$$

$$= 1,9038$$

- Untuk  $P = 1 - 0,6 = 0,4$   

$$X = \log \bar{X} + k \cdot S$$

$$= 1,936 + (0,25) \cdot 0,13$$

$$= 1,9690$$

- Untuk  $P = 1 - 0,8 = 0,2$   

$$X = \log \bar{X} + k \cdot S$$

$$= 1,936 + (0,84) \cdot 0,13$$

$$= 2,0460$$

Hasil perhitungan uji kecocokan Chi Kuadrat untuk metode distribusi Log Pearson Type III dapat dilihat pada tabel 4.13.

Tabel 4. 12 Hasil perhitungan uji kecocokan Chi Kuadrat untuk metode distribusi Log Pearson Type III

NO	Interval Sub kelompok	Jumlah data		Oi-Ei	$(O_i - E_i)^2 / E_i$
		Oi	Ei		
1	$X \leq 1,8269$	5	4	1	0,250
2	$1,8269 < X \leq 1,9038$	2	4	-2	1,000
3	$1,9038 < X \leq 1,9690$	3	4	-1	0,250
4	$1,9690 < X \leq 2,0460$	6	4	2	1,000
5	$2,0460 < X$	4	4	0	0,000
Jumlah		20	20	0	2,500

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Derajat kebebasan (DK) : 2  
 Chi Kuadrat : 2,5  
 Derajat signifikan alpha : 5%  
 Tingkat kepercayaan : 95%  
 Chi Kritis : 5,991 (lihat tabel 3.8)

Dari perhitungan Chi Kuadrat diatas, diperoleh nilai 2,5 dengan derajat kebebasan (dk)= 2 diperoleh nilai chi kuadrat sebesar 5,991, dengan kata lain  $2,5 < 5,991$ , sehingga perhitungan dapat diterima.

#### 4.3.2 Uji Smirnov – Kolmogorov

Uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov atau biasa disebut uji kecocokan non parametik (*non-parametric test*) karena cara pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu.

- Uji Smirnov-Kolmogorov untuk Distribusi Log Pearson Type III

Perhitungan Uji Kecocokan Smirnov-Kolmogorov dapat dilihat pada tabel 4.14.



Tabel 4. 13 Hasil perhitungan uji kecocokan Smirnov-Kolmogrov  
Log Pearson Type III

No	X	Log X	P(x)	P(x<) 1-P(x)	f(t)	P'(x<) 1-P'(x)	P'(x)	D P'(x<)-P(x<)
1	151,0	2,18	0,05	0,95	2,35	0,99	0,01	0,04
2	116,3	2,07	0,10	0,90	1,01	0,84	0,16	-0,06
3	113,0	2,05	0,14	0,86	0,88	0,81	0,19	-0,05
4	112,0	2,05	0,19	0,81	0,85	0,80	0,20	-0,01
5	108,7	2,04	0,24	0,76	0,72	0,76	0,24	0,00
6	105,7	2,02	0,29	0,71	0,60	0,73	0,27	0,01
7	104,7	2,02	0,33	0,67	0,56	0,71	0,29	0,05
8	104,0	2,02	0,38	0,62	0,54	0,71	0,29	0,09
9	103,0	2,01	0,43	0,57	0,50	0,69	0,31	0,12
10	94,7	1,98	0,48	0,52	0,18	0,57	0,43	0,05
11	87,7	1,94	0,52	0,48	-0,09	0,54	0,46	0,06
12	87,0	1,94	0,57	0,43	-0,12	0,45	0,55	0,02
13	82,0	1,91	0,62	0,38	-0,31	0,38	0,62	0,00
14	74,0	1,87	0,67	0,33	-0,62	0,27	0,73	-0,07
15	68,7	1,84	0,71	0,29	-0,82	0,21	0,79	-0,08
16	63,7	1,80	0,76	0,24	-1,02	0,15	0,85	-0,08
17	62,7	1,80	0,81	0,19	-1,05	0,15	0,85	-0,04
18	59,7	1,78	0,86	0,14	-1,17	0,12	0,88	-0,02
19	53,7	1,73	0,90	0,10	-1,40	0,08	0,92	-0,01
20	48,7	1,69	0,95	0,05	-1,59	0,06	0,94	0,01

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Log X rata-rata = 1,936

S = 0,13

Dari perhitungan pada tabel 4.14 didapatkan:

Dmax = 0,12

$D_0 = 0,29$  (diperoleh dari tabel nilai kritis  $D_0$  untuk derajat kepercayaan 5% dan  $n = 20$ )

Syarat  $D_{max} < D_0 \Rightarrow 0,12 < 0,29$ , maka persamaan distribusi Log Pearson Type III dapat diterima.

Contoh Perhitungan untuk tabel 4.14:

- Perhitungan  $P(X)$  = peluang dengan  $m= 1$

$$P(X) = \frac{m}{n+1} = \frac{1}{20+1} = 0,047$$

- Untuk perhitungan  $P(X<)$  dengan  $m= 1$

$$P(X<) = 1 - P(X) \\ = 1 - 0,047 = 0,953$$

- Perhitungan  $f(t)$  dengan  $m= 1$

$$F(t) = \frac{X - \bar{X}}{S} = \frac{2,18 - 1,936}{0,13} = 2,35$$

- Perhitungan  $P'(X)$  dengan  $m= 1$

$$P'(X) = 1 - P(X<) \\ P'(X) = 1 - 0,01 = 0,99$$

- Perhitungan  $D$  dengan  $m= 1$

$$D = P'(X<) - P(X<) \\ = 0,99 - 0,95 = 0,04$$

#### 4.4 Pemilihan Hujan Rencana

Hujan rencana adalah hujan tahunan terbesar dengan peluang tertentu yang mungkin terjadi pada suatu daerah. Dari hasil uji distribusi yang digunakan, maka untuk menghitung curah hujan rencana akan menggunakan metode Log Pearson Type III. Kemudian hasil perhitungan metode Log Pearson Type III dapat dilihat pada tabel 4.15.

Tabel 4. 14 Curah hujan rencana terpilih

Periode Ulang (tahun)	Xr	k	Log R	R
5	1,936	0,853	2,048	111,596

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Dimana:

1. Periode ulang 5 tahun digunakan untuk perhitungan debit rencana saluran primer.

#### 4.5 Analisis Waktu Konsentrasi

Waktu konsentasi DAS adalah waktu yang diperlukan oleh butiran air untuk bergerak dari titik jatuh pada daerah pengaliran ke titik tinjauan. Waktu konsentrasi dapat dihitung dengan rumus:

$$T_c = T_0 + T_f$$

Dengan:

$T_c$  = Waktu konsentrasi

$T_f$  = Waktu yang diperlukan air untuk mengalir di sepanjang channel flowing (jam)

$T_0$  = Waktu yang diperlukan air hujan untuk mengalir di permukaan hingga mencapai outlet (jam)

Contoh perhitungan waktu konsentrasi pada saluran primer Greges dan saluran primer Balong adalah sebagai berikut:

#### 4.5.1 Pehitungan $T_0$

Perhitungan  $T_0$  menggunakan rumus Kirpich, berikut ini adalah salah satu contoh perhitungan  $T_0$  pada saluran primer Greges (Simo) SMO1485. Perhitungan  $T_0$  saluran primer Greges (Simo) dapat dilihat pada tabel 4.16 dan Perhitungan  $T_0$  saluran primer Balong dapat dilihat pada tabel 4.17.

$$T_0 = 0,0195 \times \left( \frac{L_0}{\sqrt{I_0}} \right)^{0,77}$$

$$T_0 = 0,0195 \times \left( \frac{985,19 \text{ m}}{0,00225} \right)^{0,77}$$

$$T_0 = 41,17 \text{ detik} : 60 = 0,686 \text{ menit}$$

Dengan :

$L_0$  = Jarak titik terjauh lahan terhadap sistem saluran yang ditinjau

$I_0$  = Kemiringan rata-rata permukaan tanah ke saluran yang ditinjau



Tabel 4. 15 Perhitungan To saluran primer Greges (Simo)

No	Nama patok	Lo (m)	Io	To (menit)
1	SMO1485	985,19	0,00225	0,68597
2	SMO1366	985,19	0,00225	0,68597
3	SMO1300	985,19	0,00225	0,68597
4	SMO1200	985,19	0,00225	0,68597
5	SMO1000	985,19	0,00225	0,68597
6	SMO0824	985,19	0,00225	0,68597
7	SMO0800	985,19	0,00225	0,68597
8	SMO0600	985,19	0,00225	0,68597
9	SMO0556	985,19	0,00225	0,68597
10	SMO0400	985,19	0,00225	0,68597
11	SMO0381	985,19	0,00225	0,68597
12	SMO0200	985,19	0,00225	0,68597
13	SMO0159	985,19	0,00225	0,68597
14	SMO0058	985,19	0,00225	0,68597
15	SMO0020	985,19	0,00225	0,68597

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 4. 16 Perhitungan To saluran primer Balong

No	Nama patok	Lo (m)	Io	To (menit)
1	patok 33	1468,1	0,0009	1,351
2	patok 31	1468,1	0,0009	1,351
3	patok 29	1468,1	0,0009	1,351
4	patok 27	1468,1	0,0009	1,351
5	patok 25	1468,1	0,0009	1,351
6	patok 23	1468,1	0,0009	1,351
7	patok 21	1468,1	0,0009	1,351
8	patok 19	1468,1	0,0009	1,351
9	patok 17	1468,1	0,0009	1,351
10	patok 15	1468,1	0,0009	1,351
11	patok 13	1468,1	0,0009	1,351
12	patok 11	1468,1	0,0009	1,351
13	patok 9	1468,1	0,0009	1,351
14	patok 7	1468,1	0,0009	1,351
15	patok 5	1468,1	0,0009	1,351
16	patok 3	1468,1	0,0009	1,351
17	patok 1	1468,1	0,0009	1,351

(Sumber: Hasil Perhitungan)

#### 4.5.2 Perhitungan $T_f$

Perhitungan  $T_f$  menggunakan rumus Dr. Rizha, berikut ini adalah salah satu contoh perhitungan  $T_f$  pada saluran primer Greges (Simo) SMO1485. Perhitungan  $T_f$  saluran primer Greges (Simo) dapat dilihat pada tabel 4.18 dan perhitungan  $T_f$  saluran primer Balong dapat dilihat pada tabel 4.19.

$$T_f = \frac{L}{V}$$

Dengan:

$L$  = Panjang saluran (m)

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{1/2}$$

$$= 2,488 \text{ m/det}$$

$$T_f = \frac{6404,29 \text{ m}}{2,489 \text{ m/det}}$$

$$T_f = 42,876 \text{ menit}$$

Tabel 4. 17 Perhitungan Tf saluran primer Greges (Simo)

No	Nama patok	L (m)	V (m/det)	T <sub>f</sub> (menit)
1	SMO1485	6404,29	2,489	42,876
2	SMO1366	6404,29	2,097	50,895
3	SMO1300	6404,29	2,156	49,505
4	SMO1200	6404,29	1,934	55,192
5	SMO1000	6404,29	2,338	45,656
6	SMO0824	6404,29	2,159	49,444
7	SMO0800	6404,29	2,460	43,382
8	SMO0600	6404,29	2,461	43,377
9	SMO0556	6404,29	2,856	37,376
10	SMO0400	6404,29	2,524	42,289
11	SMO0381	6404,29	2,463	43,334
12	SMO0200	6404,29	2,461	43,380
13	SMO0159	6404,29	2,902	36,787
14	SMO0058	6404,29	2,421	44,081
15	SMO0020	6404,29	1,504	70,989

(Sumber: Hasil Perhitungan)



Tabel 4. 18 Perhitungan Tf saluran primer Balong

No	Nama patok	L (m)	V (m/det)	T <sub>f</sub> (menit)
1	patok 33	5318,718	0,972	91,226
2	patok 31	5318,718	1,070	82,810
3	patok 29	5318,718	1,219	72,716
4	patok 27	5318,718	0,892	99,366
5	patok 25	5318,718	0,809	109,528
6	patok 23	5318,718	1,130	78,480
7	patok 21	5318,718	0,830	106,808
8	patok 19	5318,718	0,796	111,405
9	patok 17	5318,718	0,838	105,745
10	patok 15	5318,718	0,740	119,844
11	patok 13	5318,718	0,814	108,940
12	patok 11	5318,718	0,917	96,669
13	patok 9	5318,718	0,829	106,899
14	patok 7	5318,718	0,950	93,303
15	patok 5	5318,718	0,745	119,062
16	patok 3	5318,718	1,027	86,326
17	patok 1	5318,718	1,038	85,359

(Sumber: Hasil Perhitungan)

#### 4.5.3 Perhitungan $T_c$

Contoh perhitungan waktu konsentrasi ( $T_c$ ) pada saluran primer Greges (Simo) SMO1485. Perhitungan  $T_c$  saluran primer Greges (Simo) dapat dilihat pada tabel 4.20 dan perhitungan  $T_c$  saluran primer Balong dapat dilihat pada tabel 4.21.

$$\begin{aligned} T_c &= T_0 + T_f \\ &= 0,686 \text{ menit} + 42,876 \text{ menit} \\ &= 43,562 \text{ menit} : 60 = 0,726 \text{ jam} \end{aligned}$$

Tabel 4. 19 Perhitungan  $T_c$  saluran primer Greges (Simo)

No	Nama patok	$T_0$ (menit)	$T_f$ (menit)	$T_c$ (jam)
1	SMO1485	0,686	42,876	0,726
2	SMO1366	0,686	50,895	0,860
3	SMO1300	0,686	49,505	0,837
4	SMO1200	0,686	55,192	0,931
5	SMO1000	0,686	45,656	0,772
6	SMO0824	0,686	49,444	0,836
7	SMO0800	0,686	43,382	0,734
8	SMO0600	0,686	43,377	0,734
9	SMO0556	0,686	37,376	0,634
10	SMO0400	0,686	42,289	0,716
11	SMO0381	0,686	43,334	0,734
12	SMO0200	0,686	43,380	0,734
13	SMO0159	0,686	36,787	0,625
14	SMO0058	0,686	44,081	0,746
15	SMO0020	0,686	70,989	1,195

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 4. 20 Perhitungan Tc saluran primer Balong

No	Nama patok	To (menit)	Tf (menit)	Tc (jam)
1	patok 33	1,351	91,226	1,543
2	patok 31	1,351	82,810	1,403
3	patok 29	1,351	72,716	1,234
4	patok 27	1,351	99,366	1,679
5	patok 25	1,351	109,528	1,848
6	patok 23	1,351	78,480	1,331
7	patok 21	1,351	106,808	1,803
8	patok 19	1,351	111,405	1,879
9	patok 17	1,351	105,745	1,785
10	patok 15	1,351	119,844	2,020
11	patok 13	1,351	108,940	1,838
12	patok 11	1,351	96,669	1,634
13	patok 9	1,351	106,899	1,804
14	patok 7	1,351	93,303	1,578
15	patok 5	1,351	119,062	2,007
16	patok 3	1,351	86,326	1,461
17	patok 1	1,351	85,359	1,445

(Sumber: Hasil Perhitungan)

#### 4.6 Analisis Intensitas Hujan

Besar intensitas hujan berbeda-beda. Waktu curah hujan sangat mempengaruhi besar kecilnya intensitas hujan. Karena data yang tersedia hanya data curah hujan harian saja, maka perhitungan intensitas hujan menggunakan rumus Mononobe, yaitu:

$$I_t = \frac{R_{24}}{24} \times \left[ \frac{24}{T_c} \right]^{2/3}$$

Dengan:

$I_t$  = Intensitas hujan dalam 1 jam (mm/jam)

$R_{24}$  = Curah hujan efektif dalam 1 jam

$T_c$  = Waktu konsentasi

##### 4.6.1 Intensitas Hujan Periode 5 Tahun

Intensitas hujan periode ulang 5 tahun ini dihitung menggunakan rumus Mononobe dengan menggunakan curah hujan harian maksimum periode ulang 5 tahun metode Log Pearson Type III. Intensitas hujan 5 tahun digunakan untuk mengetahui debit rencana 5 tahun yang digunakan untuk mendesain saluran primer drainase perkotaan di daerah Banyu Urip, Tandes. Perhitungan  $I_5$  untuk saluran primer Greges (Simo) dapat dilihat pada tabel 4.22 dan perhitungan  $I_5$  untuk saluran primer Balong dapat dilihat pada tabel 4.23.

Contoh perhitungan intensitas hujan periode 5 tahun di saluran primer Greges (Simo) adalah sebagai berikut:

$$I_t = \frac{R_{24}}{24} \times \left[ \frac{24}{T_c} \right]^{2/3}$$

$$I_t = \frac{111,596}{24} \times \left[ \frac{24}{0,726} \right]^{2/3}$$

$$I_t = 47,893 \text{ mm/jam}$$



Tabel 4. 21 Perhitungan intensitas hujan periode ulang 5 tahun untuk saluran primer Greges (Simo)

No	Nama patok	Tc (jam)	R5 (mm)	I (mm/jam)
1	SMO1485	0,726	111,596	47,893
2	SMO1366	0,860	111,596	42,791
3	SMO1300	0,837	111,596	43,578
4	SMO1200	0,931	111,596	40,568
5	SMO1000	0,772	111,596	45,958
6	SMO0824	0,836	111,596	43,613
7	SMO0800	0,734	111,596	47,526
8	SMO0600	0,734	111,596	47,530
9	SMO0556	0,634	111,596	52,402
10	SMO0400	0,716	111,596	48,329
11	SMO0381	0,734	111,596	47,560
12	SMO0200	0,734	111,596	47,527
13	SMO0159	0,625	111,596	52,950
14	SMO0058	0,746	111,596	47,030
15	SMO0020	1,195	111,596	34,364

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 4. 22 Perhitungan intensitas hujan periode ulang 5 tahun untuk saluran primer Balong

No	Nama patok	Tc (jam)	R5 (mm)	I (mm/jam)
1	patok 33	1,543	111,596	28,974
2	patok 31	1,403	111,596	30,875
3	patok 29	1,234	111,596	33,620
4	patok 27	1,679	111,596	27,391
5	patok 25	1,848	111,596	25,691
6	patok 23	1,331	111,596	31,982
7	patok 21	1,803	111,596	26,120
8	patok 19	1,879	111,596	25,405
9	patok 17	1,785	111,596	26,293
10	patok 15	2,020	111,596	24,212
11	patok 13	1,838	111,596	25,782
12	patok 11	1,634	111,596	27,892
13	patok 9	1,804	111,596	26,105
14	patok 7	1,578	111,596	28,549
15	patok 5	2,007	111,596	24,316
16	patok 3	1,461	111,596	30,044
17	patok 1	1,445	111,596	30,267

(Sumber: Hasil Perhitungan)

#### 4.6.2 Perhitungan Debit rencana

Berikut ini adalah contoh perhitungan debit rencana pada saluran primer Greges (Simo) SMO1485.

Diketahui:

$$C = 0,9$$

$$I_t = 47,893 \text{ mm/jam}$$

$$A = 14,12 \text{ km}^2$$

$$\beta = 0,98 \text{ (lihat tabel 3.12)}$$

$$Q = \frac{1}{3,6} \times \beta \times C \times I_t \times A$$

$$Q = \frac{1}{3,6} \times 0,98 \times 0,9 \times 47,893 \text{ mm/jam} \times 14,12 \text{ km}^2$$

$$Q = 161,597 \text{ m}^3/\text{det}$$

Dengan:

$$Q = \text{Debit puncak (m}^3/\text{det)}$$

$$C = \text{Koefisien pengaliran}$$

$$I = \text{Intensitas curah hujan (mm/jam)}$$

$$A = \text{Luas daerah pengaliran (km}^2\text{)}$$

Hasil perhitungan debit rencana pada saluran primer Greges (Simo) dapat dilihat pada tabel 4.24 dan hasil perhitungan debit rencana pada saluran primer Balong dapat dilihat pada tabel 4.25.

Tabel 4. 23 Perhitungan debit rencana 5 tahun untuk saluran primer Greges (Simo)

No	Nama patok	C	$\beta$	I (mm/jam)	A (km <sup>2</sup> )	Q rencana (m <sup>3</sup> /det)
1	SMO1485	0,9	0,98	47,893	14,12	161,597
2	SMO1366	0,9	0,98	42,791	14,12	144,383
3	SMO1300	0,9	0,98	43,578	14,12	147,037
4	SMO1200	0,9	0,98	40,568	14,12	136,883
5	SMO1000	0,9	0,98	45,958	14,12	155,068
6	SMO0824	0,9	0,98	43,613	14,12	147,155
7	SMO0800	0,9	0,98	47,526	14,12	160,360
8	SMO0600	0,9	0,98	47,530	14,12	160,372
9	SMO0556	0,9	0,98	52,402	14,12	176,812
10	SMO0400	0,9	0,98	48,329	14,12	163,068
11	SMO0381	0,9	0,98	47,560	14,12	160,476
12	SMO0200	0,9	0,98	47,527	14,12	160,363
13	SMO0159	0,9	0,98	52,950	14,12	178,661
14	SMO0058	0,9	0,98	47,030	14,12	158,686
15	SMO0020	0,9	0,98	34,364	14,12	115,948

(Sumber: Hasil Perhitungan)



Tabel 4. 24 Perhitungan debit rencana 5 tahun saluran primer  
Balong

No	Nama patok	C	$\beta$	I (mm/jam)	A (km <sup>2</sup> )	Q rencana (m <sup>3</sup> /det)
1	patok 33	0,8	0,98	28,974	7,940	50,143
2	patok 31	0,8	0,98	30,875	7,940	53,432
3	patok 29	0,8	0,98	33,620	7,940	58,183
4	patok 27	0,8	0,98	27,391	7,940	47,403
5	patok 25	0,8	0,98	25,691	7,940	44,461
6	patok 23	0,8	0,98	31,982	7,940	55,347
7	patok 21	0,8	0,98	26,120	7,940	45,203
8	patok 19	0,8	0,98	25,405	7,940	43,966
9	patok 17	0,8	0,98	26,293	7,940	45,502
10	patok 15	0,8	0,98	24,212	7,940	41,901
11	patok 13	0,8	0,98	25,782	7,940	44,619
12	patok 11	0,8	0,98	27,892	7,940	48,269
13	patok 9	0,8	0,98	26,105	7,940	45,178
14	patok 7	0,8	0,98	28,549	7,940	49,406
15	patok 5	0,8	0,98	24,316	7,940	42,082
16	patok 3	0,8	0,98	30,044	7,940	51,994
17	patok 1	0,8	0,98	30,267	7,940	52,380

(Sumber: Hasil Perhitungan)

#### 4.7 Analisis Hidrolika

Analisis hidrolika dilakukan untuk mengetahui apakah secara teknis sistem drainase direncanakan sesuai dengan persyaratan teknis. Analisis ini diantaranya perhitungan kapasitas saluran dan perencanaan saluran.

##### 4.7.1 Perhitungan Full Bank Capacity

*Full bank capacity existing* adalah besarnya debit tampungan pada saluran sesuai dengan keadaan di lapangan. Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui seberapa besar kemampuan penampang saluran untuk menampung limpasan air hujan.

Rumus kecepatan rata-rata yang digunakan pada perhitungan dimensi penampang saluran menggunakan rumus manning, karena rumus ini mempunyai bentuk yang sederhana.

Perhitungan *full bank capacity existing* saluran primer Greges (Simo) dengan data sebagai berikut:

Bentuk saluran trapesium

$$b = 6,6 \text{ m}$$

$$h = 1,427 \text{ m}$$

$$m = 0,7 \text{ m}$$

$$n = 0,02 \text{ (saluran pasangan batu disemen)}$$

$$I_0 = 0,00225$$

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} A_{\text{tot}} &= (b + m \cdot h) \cdot h \\ &= (6,6 + 0,7 \cdot 1,427) \cdot 1,427 \\ &= 10,8 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= b + 2h\sqrt{1 + m^2} \\ &= 6,6 + 2 \cdot 1,427 \sqrt{1 + 0,7^2} \\ &= 10,1 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R &= \frac{A}{P} \\ &= \frac{10,8 \text{ m}^2}{10,1 \text{ m}} \\ &= 1,075 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{1/2} \\
 &= \frac{1}{0,02} \times 1,075^{2/3} \times 0,00225^{1/2} \\
 &= 2,49 \text{ m/det}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q &= A \times V \\
 &= 10,8 \text{ m}^2 \times 2,49 \text{ m/det} \\
 &= 26,99 \text{ m}^3/\text{det}
 \end{aligned}$$

Perhitungan *full bank capacity existing* saluran primer Balong dengan data sebagai berikut:

Bentuk saluran trapesium

$$\begin{aligned}
 b &= 6 \text{ m} \\
 h &= 1,321 \text{ m} \\
 m &= 0,68 \text{ m} \\
 n &= 0,03 \text{ (tanah dengan sedikit tanaman penganggu)} \\
 I &= 0,0009
 \end{aligned}$$

Penyelesaian:

$$\begin{aligned}
 A &= (b + m.h) h \\
 &= (6 + 0,68 \cdot 1,321) \cdot 1,321 \\
 &= 9,11 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P &= b + 2h\sqrt{1 + m^2} \\
 &= 6 + 2 \cdot 1,321\sqrt{1 + 0,68^2} \\
 &= 9,20 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R &= \frac{A}{P} \\
 &= \frac{9,11 \text{ m}^2}{9,20 \text{ m}} \\
 &= 0,99 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V &= \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{1/2} \\ &= \frac{1}{0,03} \times 0,99^{2/3} \times 0,0009^{1/2} \\ &= 0,97 \text{ m/det} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q &= A \times V \\ &= 9,11 \text{ m}^2 \times 0,97 \text{ m/det} \\ &= 8,86 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

Perhitungan *full bank capacity existing* pada saluran lainnya dapat dilihat pada tabel 4.26, 4.27 dan 4.28



Tabel 4. 25 Perhitungan kapasitas eksisting saluran primer Greges (Simo)

No	Nama patok	penampang saluran	L (m)	I	n	m	b (m)	h (m)	A (m <sup>2</sup> )	P (m)	R (m)	V (m <sup>3</sup> /det)	Q eksisting (m <sup>3</sup> /det)
1	SMO1485	trapesium	6404,3	0,002	0,02	0,701	6,6	1,427	10,85	10,09	1,08	2,49	27,00
2	SMO1366		6404,3	0,002	0,02	1,753	5	1,141	7,99	9,61	0,83	2,10	16,75
3	SMO1300		6404,3	0,002	0,02	1,586	4	1,261	7,57	8,73	0,87	2,16	16,31
4	SMO1200		6404,3	0,002	0,02	2,008	5	0,996	6,97	9,47	0,74	1,93	13,48
5	SMO1000		6404,3	0,002	0,02	1,556	6,8	1,285	11,31	11,55	0,98	2,34	26,44
6	SMO0824		6404,3	0,002	0,02	1,506	5,5	1,162	8,42	9,70	0,87	2,16	18,19
7	SMO0800		6404,3	0,002	0,02	1,515	5,5	1,485	11,51	10,89	1,06	2,46	28,32
8	SMO0600		6404,3	0,002	0,02	1,316	4,9	1,52	10,49	9,92	1,06	2,46	25,81
9	SMO0556		6404,3	0,002	0,02	0,514	4,9	2,138	12,83	9,71	1,32	2,86	36,63
10	SMO0400		6404,3	0,002	0,02	1,241	4,7	1,612	10,80	9,84	1,10	2,52	27,26
11	SMO0381	persegi	6404,3	0,002	0,02	1,291	4,6	1,549	10,22	9,66	1,06	2,46	25,18
12	SMO0200		6404,3	0,002	0,02	1,35	5,4	1,482	10,97	10,38	1,06	2,46	26,98
13	SMO0159	trapesium	6404,3	0,002	0,02	0	5,5	2,664	14,65	10,83	1,35	2,90	42,51
14	SMO0058		6404,3	0,002	0,02	1,132	7,3	1,325	11,66	11,30	1,03	2,42	28,23
15	SMO0020		6404,3	0,002	0,02	5,236	20	0,573	13,18	26,11	0,50	1,50	19,82

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 4. 26 Perhitungan kapasitas eksisting saluran primer Balong

No	Nama patok	penampang saluran	L (m)	I	n	m	b (m)	h (m)	A (m <sup>2</sup> )	P (m)	R (m)	V (m/det)	Q eksisting (m <sup>3</sup> /det)
1	patok 33		5318,7	0,0009	0,03	0,68	6	1,321	9,11	9,20	0,99	0,97	8,86
2	patok 31		5318,7	0,0009	0,03	0,63	6	1,6	11,20	9,77	1,15	1,07	11,99
3	patok 29		5318,7	0,0009	0,03	0,47	6	2,13	14,91	10,71	1,39	1,22	18,18
4	patok 27		5318,7	0,0009	0,03	0,55	5	1,19	6,72	7,71	0,87	0,89	6,00
5	patok 25		5318,7	0,0009	0,03	0,56	8	0,89	7,57	10,04	0,75	0,81	6,12
6	patok 23		5318,7	0,0009	0,03	0,18	9	1,65	15,35	12,35	1,24	1,13	17,33
7	patok 21	trapesium	5318,7	0,0009	0,03	0,83	4	1,09	5,34	6,83	0,78	0,83	4,43
8	patok 19		5318,7	0,0009	0,03	1,08	5,5	0,93	6,05	8,23	0,73	0,80	4,81
9	patok 17		5318,7	0,0009	0,03	0,48	4	1,14	5,19	6,53	0,79	0,84	4,35
10	patok 15		5318,7	0,0009	0,03	1,52	4	0,89	4,76	7,23	0,66	0,74	3,52
11	patok 13		5318,7	0,0009	0,03	0,92	3,5	1,09	4,91	6,46	0,76	0,81	3,99
12	patok 11		5318,7	0,0009	0,03	0,48	3	1,57	5,89	6,48	0,91	0,92	5,40
13	patok 9		5318,7	0,0009	0,03	0,61	4,5	1,06	5,46	6,99	0,78	0,83	4,53
14	patok 7		5318,7	0,0009	0,03	0,67	7,6	1,195	10,04	10,48	0,96	0,95	9,54

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 4. 27 Perhitungan kapasitas eksisting saluran primer Balong (Lanjutan)

No	Nama patok	penampang saluran	L (m)	I	n	m	b (m)	h (m)	A (m <sup>2</sup> )	P (m)	R (m)	V (m/det)	Q eksisting (m <sup>3</sup> /det)
15	patok 5	trapesium	5318,7	0,0009	0,03	0,73	9,66	0,75	7,66	11,52	0,66	0,74	5,70
16	patok 3		5318,7	0,0009	0,03	0,51	7,8	1,38	11,73	10,89	1,08	1,03	12,05
17	patok 1		5318,7	0,0009	0,03	0,28	8	1,43	12,01	10,97	1,10	1,04	12,47

(Sumber: Hasil Perhitungan)

#### 4.7.2 Perbandingan Kapasitas Saluran Eksisting dengan Debit Rencana

Perbandingan kapasitas saluran eksisting dengan debit rencana adalah cara membandingkan kapasitas saluran dengan debit rencana. Apabila kapasitas saluran eksisting lebih besar daripada debit rencana, maka saluran tersebut dikatakan aman. Tetapi apabila kapasitas saluran eksisting lebih kecil daripada debit rencana maka saluran tersebut banjir.

Untuk lebih detail dalam menganalisa perbandingan kapasitas saluran eksisting dengan debit rencana pada saluran drainase di saluran primer Greges (Simo) dan saluran primer Balong, maka dapat dilihat pada tabel 4.29 dan 4.30.

Tabel 4. 28 Perbandingan debit rencana periode ulang 5 tahun saluran primer Greges (Simo)

No	Nama patok	Q rencana (m <sup>3</sup> /det)	Q eksisting (m <sup>3</sup> /det)	Keterangan
1	SMO1485	161,597	26,998	meluber
2	SMO1366	144,383	16,751	meluber
3	SMO1300	147,037	16,313	meluber
4	SMO1200	136,883	13,483	meluber
5	SMO1000	155,068	26,437	meluber
6	SMO0824	147,155	18,186	meluber
7	SMO0800	160,360	28,317	meluber
8	SMO0600	160,372	25,808	meluber
9	SMO0556	176,812	36,634	meluber
10	SMO0400	163,068	27,261	meluber
11	SMO0381	160,476	25,182	meluber
12	SMO0200	160,363	26,984	meluber
13	SMO0159	178,661	42,513	meluber
14	SMO0058	158,686	28,234	meluber
15	SMO0020	115,948	19,816	meluber

(Sumber: Hasil Perhitungan)



Tabel 4. 29 Perbandingan debit rencana periode ulang 5 tahun saluran primer Balong

No	Nama patok	Q rencana (m <sup>3</sup> /det)	Q eksisting (m <sup>3</sup> /det)	Keterangan
1	patok 33	50,143	8,857	meluber
2	patok 31	53,432	11,989	meluber
3	patok 29	58,183	18,176	meluber
4	patok 27	47,403	5,998	meluber
5	patok 25	44,461	6,123	meluber
6	patok 23	55,347	17,333	meluber
7	patok 21	45,203	4,433	meluber
8	patok 19	43,966	4,810	meluber
9	patok 17	45,502	4,348	meluber
10	patok 15	41,901	3,522	meluber
11	patok 13	44,619	3,991	meluber
12	patok 11	48,269	5,399	meluber
13	patok 9	45,178	4,527	meluber
14	patok 7	49,406	9,537	meluber
15	patok 5	42,082	5,701	meluber
16	patok 3	51,994	12,045	meluber
17	patok 1	52,380	12,474	meluber

(Sumber: Hasil Perhitungan)

#### 4.8 Penanganan Genangan

Penanganan genangan di kawasan Banyu Urip, Tandes dengan cara revitalisasi sistem, yang harus mengacu secara menyeluruh terhadap kondisi lapangan yang ada. Kegiatan-kegiatan yang termasuk adalah sebagai berikut:

1. Mengoptimalkan kapasitas yang ada

Kegiatan ini mencakup perbaikan dan peningkatan kapasitas saluran dan bangunan pelengkap yang telah ada.

2. Perubahan sistem aliran

Yaitu dengan membelokkan aliran dari hulu sungai menuju hilir sungai yang mempunyai kapasitas eksisting yang lebih mencukupi atau yang menampung debit lebih sedikit dari hilir sungai yang lain.

3. Pembangunan bangunan pelengkap baru

Dari alternatif yang kedua, dapat diketahui bahwa pembelokkan atau pengalihan aliran sungai membutuhkan bangunan pelengkap baru. Untuk itu salah satu alternatif yang dapat digunakan menghindari kawasan studi dari genangan adalah membangun pintu air. Sehingga diharapkan pada saat kondisi debit limpasan tinggi maka pintu air dapat mengalirkan air ke saluran hilir yang lain sehingga debit di kedua saluran hilir tidak meluber.

#### 4.8.1 Perencanaan Sistem Aliran

Dari hasil analisa diatas, dapat diketahui bahwa debit rencana pada saluran primer Greges (Simo) terlalu besar jika dibandingkan dengan debit saluran eksistingnya. Untuk debit rencana pada saluran primer Balong tidak terlalu besar jika dibandingkan dengan debit saluran eksistingnya. Alternatif ini digunakan untuk mengurangi debit yang mengalir ke hilir saluran primer Greges (Simo) dari hulu (saluran Simo). Debit air dari hulu (saluran Simo) sebagian dibelokkan atau dialihkan ke hilir saluran primer Balong dengan melewati saluran primer Gunungsari. Hal ini dilakukan dikarenakan dapat dilihat bahwa debit yang mengalir pada saluran primer Balong tidak terlalu besar jika dibandingkan dengan debit yang mengalir pada saluran primer Greges (Simo).

Contoh perhitungan debit rencana saluran primer Greges (Simo) setelah perubahan sistem aliran.

Diketahui:

$$C = 0,9$$

$$I_t = 47,879 \text{ mm/jam}$$

$$A = 11,07 \text{ km}^2$$

$$\beta = 0,995 \text{ (lihat tabel 3.12)}$$

$$Q = \frac{1}{3,6} \times \beta \times C \times I_t \times A$$

$$Q = \frac{1}{3,6} \times 0,995 \times 0,9 \times 47,879 \frac{\text{mm}}{\text{jam}} \times 11,07 \text{ km}^2$$

$$Q = 131,964 \text{ m}^3/\text{det}$$

Dengan:

$$Q = \text{Debit puncak (m}^3/\text{det)}$$

$$C = \text{Koefisien pengaliran}$$

$$I = \text{Intensitas curah hujan (mm/jam)}$$

$$A = \text{Luas daerah pengaliran (km}^2 \text{)}$$

Hasil perhitungan debit rencana pada saluran primer Greges (Simo) dapat dilihat pada tabel 4.31 dan hasil perhitungan debit rencana pada saluran primer Balong dapat dilihat pada tabel 4.32.

Tabel 4. 30 Perhitungan debit rencana 5 tahun saluran primer Greges (Simo)

No	Nama patok	C	$\beta$	I (mm/jam)	A (km <sup>2</sup> )	Q rencana (m <sup>3</sup> /det)
1	SMO1485	0,9	0,995	47,879	11,07	131,964
2	SMO1366	0,9	0,995	42,779	11,07	117,907
3	SMO1300	0,9	0,995	43,565	11,07	120,074
4	SMO1200	0,9	0,995	40,556	11,07	111,782
5	SMO1000	0,9	0,995	45,944	11,07	126,633
6	SMO0824	0,9	0,995	43,600	11,07	120,170
7	SMO0800	0,9	0,995	47,512	11,07	130,954
8	SMO0600	0,9	0,995	47,516	11,07	130,963
9	SMO0556	0,9	0,995	52,387	11,07	144,389
10	SMO0400	0,9	0,995	48,314	11,07	133,165
11	SMO0381	0,9	0,995	47,546	11,07	131,048
12	SMO0200	0,9	0,995	47,513	11,07	130,956
13	SMO0159	0,9	0,995	52,935	11,07	145,899
14	SMO0058	0,9	0,995	47,016	11,07	129,586
15	SMO0020	0,9	0,995	44,752	11,07	123,347

(Sumber: Hasil Perhitungan)



Tabel 4. 31 Perhitungan debit rencana 5 tahun untuk saluran primer Balong

No	Nama patok	C	$\beta$	I (mm/jam)	A (km <sup>2</sup> )	Q rencana (m <sup>3</sup> /det)
1	patok 33	0,8	0,995	22,575	10,990	54,903
2	patok 31	0,8	0,995	24,064	10,990	58,522
3	patok 29	0,8	0,995	26,215	10,990	63,755
4	patok 27	0,8	0,995	21,337	10,990	51,890
5	patok 25	0,8	0,995	20,007	10,990	48,657
6	patok 23	0,8	0,995	24,931	10,990	60,631
7	patok 21	0,8	0,995	20,342	10,990	49,472
8	patok 19	0,8	0,995	19,783	10,990	48,113
9	patok 17	0,8	0,995	20,477	10,990	49,800
10	patok 15	0,8	0,995	18,851	10,990	45,845
11	patok 13	0,8	0,995	20,078	10,990	48,830
12	patok 11	0,8	0,995	21,728	10,990	52,842
13	patok 9	0,8	0,995	20,331	10,990	49,444
14	patok 7	0,8	0,995	22,242	10,990	54,093
15	patok 5	0,8	0,995	18,933	10,990	46,044
16	patok 3	0,8	0,995	23,413	10,990	56,940
17	patok 1	0,8	0,995	23,587	10,990	57,364

(Sumber: Hasil Perhitungan)

#### 4.8.1.1 Perbandingan Kapasitas Saluran Eksisting dengan Debit Rencana

Untuk lebih detail dalam menganalisa perbandingan kapasitas saluran eksisting dengan debit rencana pada saluran drainase di saluran primer Greges (Simo) dan saluran primer Balong, maka dapat dilihat pada tabel 4.33 dan 4.34.

Tabel 4. 32 Perbandingan debit rencana dan debit eksisting periode ulang 5 tahun saluran primer Greges (Simo)

No	Nama patok	Q rencana (m <sup>3</sup> /det)	Q eksisting (m <sup>3</sup> /det)	Keterangan
1	SMO1485	131,964	26,985	meluber
2	SMO1366	117,907	16,742	meluber
3	SMO1300	120,074	16,305	meluber
4	SMO1200	111,782	13,477	meluber
5	SMO1000	126,633	26,424	meluber
6	SMO0824	120,170	18,178	meluber
7	SMO0800	130,954	28,303	meluber
8	SMO0600	130,963	25,795	meluber
9	SMO0556	144,389	36,616	meluber
10	SMO0400	133,165	27,247	meluber
11	SMO0381	131,048	25,169	meluber
12	SMO0200	130,956	26,971	meluber
13	SMO0159	145,899	42,492	meluber
14	SMO0058	129,586	28,220	meluber
15	SMO0020	123,347	45,957	meluber

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 4. 33 Perbandingan debit rencana dan debit eksisting periode ulang 5 tahun saluran primer Balong

No	Nama patok	Q rencana (m <sup>3</sup> /det)	Q eksisting (m <sup>3</sup> /det)	Keterangan
1	patok 33	54,903	8,857	meluber
2	patok 31	58,522	11,989	meluber
3	patok 29	63,755	18,176	meluber
4	patok 27	51,890	5,998	meluber
5	patok 25	48,657	6,123	meluber
6	patok 23	60,631	17,333	meluber
7	patok 21	49,472	4,433	meluber
8	patok 19	48,113	4,810	meluber
9	patok 17	49,800	4,348	meluber
10	patok 15	45,845	3,522	meluber
11	patok 13	48,830	3,991	meluber
12	patok 11	52,842	5,399	meluber
13	patok 9	49,444	4,527	meluber
14	patok 7	54,093	9,537	meluber
15	patok 5	46,044	5,701	meluber
16	patok 3	56,94	12,045	meluber
17	patok 1	57,36	12,474	meluber

(Sumber: Hasil Perhitungan)

#### 4.8.2 Perencanaan Dimensi Saluran dengan Normalisasi Saluran

Contoh perhitungan saluran primer Greges (Simo) SMO1485 dengan normalisasi saluran

$$Q = V \times A$$

$$A = b \times h$$

$$P = b + 2h$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{b \times h}{b + 2h}$$

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{1/2}$$

$$Q = \left( \frac{1}{n} \times \left[ \frac{b \times h}{b + 2h} \right]^{2/3} \times I^{1/2} \right) \times A$$

Setelah dinormalisasi, maka diperoleh:

$$h = 4,5 \text{ m dan } b = 10 \text{ m}$$

$$Q = \left( \frac{1}{0,02} \times \left[ \frac{10 \text{ m} \times 4,5 \text{ m}}{10 \text{ m} + 4,5 \text{ m}} \right]^{2/3} \times 0,002156^{1/2} \right) \times$$

$$(10 \text{ m} \cdot 4,5 \text{ m}) \text{ m}^2$$

$$Q = 189,63 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$Q > Q_{\text{rencana}} \rightarrow 189,63 \text{ m}^3/\text{det} > 186,147 \text{ m}^3/\text{det} \text{ (OK)}$$

Perhitungan saluran primer Greges (Simo) dapat dilihat pada tabel 4.35



Tabel 4. 34 Perbandingan debit rencana periode ulang 5 tahun saluran primer Greges (Simo) setelah normalisasi

No	Nama patok	Q rencana (m <sup>3</sup> /det)	Q eksisting (m <sup>3</sup> /det)	Keterangan
1	SMO1485	186,147	189,633	aman
2	SMO1366	187,082	189,633	aman
3	SMO1300	187,082	189,633	aman
4	SMO1200	187,082	189,633	aman
5	SMO1000	187,082	189,633	aman
6	SMO0824	187,082	189,633	aman
7	SMO0800	187,082	189,633	aman
8	SMO0600	187,082	189,633	aman
9	SMO0556	187,082	189,633	aman
10	SMO0400	187,082	189,633	aman
11	SMO0381	187,082	189,633	aman
12	SMO0200	187,082	189,633	aman
13	SMO0159	187,082	189,633	aman
14	SMO0058	187,082	189,633	aman
15	SMO0020	173,865	188,243	aman

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Contoh perhitungan saluran primer Balong patok 33 dengan normalisasi saluran

$$Q = V \times A$$

$$A = (b + m.y)y$$

$$P = b + 2.y\sqrt{1 + m^2}$$

$$R = \frac{A}{P}$$

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{1/2}$$

$$Q = \left( \frac{1}{n} \times [R]^{2/3} \times I^{1/2} \right) \times A$$

Setelah dinormalisasi, maka diperoleh:

$$h = 2,6 \text{ m dan } b = 18 \text{ m}$$

$$Q = \left( \frac{1}{0,03} \times \left[ \frac{(18+1.2,6)2,6}{18 + 2.2,6\sqrt{1+1^2}} \right]^{2/3} \times 0,002156^{1/2} \right) \times ((18 + 1.2,6)2,6)$$

$$Q = 86,2 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$Q > Q_{\text{rencana}} \rightarrow 86,2 \text{ m}^3/\text{det} > 76,52 \text{ m}^3/\text{det} \text{ (OK)}$$

Perhitungan saluran primer Balong dapat dilihat pada tabel 4.36

Tabel 4. 35 Perbandingan debit rencana periode ulang 5 tahun saluran primer Balong setelah normalisasi

No	Nama patok	Q rencana (m <sup>3</sup> /det)	Q eksisting (m <sup>3</sup> /det)	keterangan
1	patok 33	76,52	86,20	aman
2	patok 31	76,52	86,20	aman
3	patok 29	76,52	86,20	aman
4	patok 27	76,52	86,20	aman
5	patok 25	76,52	86,20	aman
6	patok 23	76,52	86,20	aman
7	patok 21	76,52	86,20	aman
8	patok 19	76,52	86,20	aman
9	patok 17	76,52	86,20	aman
10	patok 15	76,52	86,20	aman
11	patok 13	76,52	86,20	aman
12	patok 11	76,52	86,20	aman
13	patok 9	76,52	86,20	aman
14	patok 7	76,52	86,20	aman
15	patok 5	76,52	86,20	aman
16	patok 3	76,52	86,20	aman
17	patok 1	76,52	86,20	aman

(Sumber: Hasil Perhitungan)

#### 4.8.3 Pengecekan Kapasitas Saluran Kali Greges

Pengecekan kapasitas saluran Kali Greges bagian hilir bertujuan untuk mengetahui kapasitas tampungan Kali Greges dalam menampung debit banjir dari Kali Simo bagian hulu setelah di normalisasi. Hal ini dilakukan untuk mengetahui apakah kapasitas tampungan Kali Greges masih aman untuk menerima debit dari Kali Simo bagian hulu setelah di normalisasi.

Jika kapasitas tampungan Kali Greges tidak aman maka debit banjir dari Kali Simo akan dibuang atau dialihkan ke Kali Balong dengan melewati Saluran Gunungsari (*box culvert*).

Contoh perhitungan kapasitas tampungan atau *full bank capacity* Kali Greges untuk sta 4+200 dengan data sebagai berikut:

Bentuk saluran trapesium

$$b = 34,31 \text{ m}$$

$$h = 3,16 \text{ m}$$

$$m = 1 \text{ m}$$

$$n = 0,02 \text{ (saluran pasangan batu disemen)}$$

$$I_o = 0,0015$$

Penyelesaian:

$$A_{\text{tot}} = (b + m.h).h$$

$$= (34,31 + 1.3,16).3,16$$

$$= 118 \text{ m}^2$$

$$P = b + 2h\sqrt{1 + m^2}$$

$$= 34,31 + 2.3,16\sqrt{1 + (1)^2}$$

$$= 43 \text{ m}$$

$$R = \frac{A}{P}$$

$$= \frac{118 \text{ m}^2}{43 \text{ m}}$$

$$= 2,74 \text{ m}$$



$$\begin{aligned}
 V &= \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{1/2} \\
 &= \frac{1}{0,02} \times 2,74^{2/3} \times 0,0015^{1/2} \\
 &= 3,79 \text{ m/det}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q &= A \times V \\
 &= 118 \text{ m}^2 \times 3,79 \text{ m/det} \\
 &= 448,74 \text{ m}^3/\text{det}
 \end{aligned}$$

Perhitungan *full bank capacity existing* pada patok lainnya dapat dilihat pada tabel 4.37

Tabel 4. 36 Perhitungan kapasitas eksisting saluran Kali Greges

No	Nama patok	penampang saluran	L (m)	I	n	m	b (m)	h (m)	A (m <sup>2</sup> )	P (m)	R (m)	V (m <sup>3</sup> /det)	Q eksisting (m <sup>3</sup> /det)
1	sta 4+200	trapesium	4584,9	0,002	0,02	1	34,31	3,16	118,4	43,25	2,74	3,79	448,74
2	sta 3+700		4068,7	0,001	0,02	1	29,28	3,82	126,4	40,09	3,15	3,04	384,63
3	sta 3+300		3666,5	0,001	0,02	1	16,97	3,36	68,3	26,47	2,58	3,26	222,53
4	sta 2+600		2961,8	0,001	0,02	1	10,69	4,18	62,2	22,51	2,76	2,87	178,32
5	sta 2+200		2559,2	0,001	0,02	1	11,54	5,15	86,0	26,11	3,29	2,86	246,20

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Contoh perhitungan debit rencana Kali Greges untuk sta 4+200 dengan data sebagai berikut :

$\beta = 0,98$  (lihat tabel 3.12)

$C = 0,9$

$I_t = 23,062 \text{ mm/jam}$

$A = 10,9 \text{ km}^2$

$$Q = \frac{1}{3,6} \times \beta \times C \times I_t \times A$$

$$Q = \frac{1}{3,6} \times 0,98 \times 0,9 \times 23,062 \frac{\text{mm}}{\text{jam}} \times 10,9 \text{ km}^2$$

$$Q = 61,62 \text{ m}^3/\text{det}$$

Dengan:

$Q$  = Debit puncak ( $\text{m}^3/\text{det}$ )

$C$  = Koefisien pengaliran

$I$  = Intensitas curah hujan ( $\text{mm}/\text{jam}$ )

$A$  = Luas daerah pengaliran ( $\text{km}^2$ )

Perhitungan debit rencana pada patok lainnya dapat dilihat pada tabel 4.38

Tabel 4. 37 Perhitungan debit rencana 5 tahun Kali Greges

No	Nama patok	C	$\beta$	I (mm/jam)	A (km2)	Q rencana (m3/det)
1	sta 4+200	0,9	0,98	23,06	10,90	61,62
2	sta 3+700	0,9	0,98	20,65	9,97	50,49
3	sta 3+300	0,9	0,98	23,05	9,21	52,06
4	sta 2+600	0,9	0,98	25,42	7,98	49,72
5	sta 2+200	0,9	0,98	25,95	7,43	47,26

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Perbandingan debit rencana 5 tahun Kali Greges dengan kapasitas tampungan (*full bank capacity*) Kali Greges dapat dilihat pada tabel 4.39

Tabel 4. 38 Perbandingan debit rencana 5 tahun Kali Greges

No	Nama patok	Q rencana (m <sup>3</sup> /det)	Q eksisting (m <sup>3</sup> /det)	Keterangan
1	sta 4+200	61,62	448,74	aman
2	sta 3+700	50,49	384,63	aman
3	sta 3+300	52,06	222,53	aman
4	sta 2+600	49,72	178,32	aman
5	sta 2+200	47,26	246,20	aman

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Dari perhitungan pada tabel 4.38 diatas dapat diketahui bahwa kapasitas eksisting pada Kali Greges semakin ke hilir bertambah besar sehingga sangat aman untuk menerima debit banjir dari Kali Simo dikarenakan dimensi saluran pada Kali Greges sangat besar sehingga mencukupi untuk menampung debit yang besar.



#### 4.8.4 Pengecekan Saluran Gunungsari (*box culvert*)

Pengecekan kapasitas saluran Gunungsari (*box culvert*) bertujuan untuk mengetahui kapasitas *box culvert* dalam menampung debit banjir dari Kali Simo bagian hulu dan dari saluran Gunungsari bagian hulu. Hal ini dilakukan untuk mengetahui apakah *box culvert* tersebut dapat berfungsi dengan maksimal untuk menerima debit dari Kali Simo bagian hulu dan dari saluran Gunungsari bagian hulu

Contoh perhitungan debit rencana dan kapasitas tampungan atau *full bank capacity box culvert* pada saluran Gunungsari untuk sta P 57 (sebelum saluran Simogunung yang mengalir ke Kali Greges Simo), sta P 66 (jembatan Simo antara saluran Simo dengan Kali Greges Simo) dan sta P 72 (sebelum bangunan pembagi). (terlihat pada gambar 4.1).



Gambar 4. 1 Letak patok yang ditinjau pada saluran Gunungsari (*box culvert*)

Untuk sta P 57

Diketahui:

$$C = 0,8$$

$$I_t = 21,88 \text{ mm/jam}$$

$$A = 5,33 \text{ km}^2$$

$$\beta = 0,98 \text{ (lihat tabel 3.12)}$$

$$Q_{\text{rencana}} = \frac{1}{3,6} \times \beta \times C \times I_t \times A$$

$$Q_{\text{rencana}} = \frac{1}{3,6} \times 0,98 \times 0,8 \times 21,88 \frac{\text{mm}}{\text{jam}} \times 5,33 \text{ km}^2$$

$$Q_{\text{rencana}} = 25,42 \text{ m}^3/\text{det}$$

2 box culvert dengan ukuran :

$$b = 3,5 \text{ m}$$

$$h = 3,5 \text{ m}$$

$$n = 0,02$$

$$I_o = 0,00059$$

Penyelesaian:

$$A_{\text{tot}} = (b \times h).2$$

$$= (3,5 \times 3,5).2$$

$$= 24,5 \text{ m}^2$$

$$P = (2.b + 2.h) \times 2$$

$$= (2.3,5 + 2.3,5) \times 2$$

$$= 28 \text{ m}$$

$$R = \frac{A}{P}$$

$$= \frac{24,5 \text{ m}^2}{28 \text{ m}}$$

$$= 0,875 \text{ m}$$

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{1/2}$$

$$= \frac{1}{0,02} \times 0,875^{2/3} \times 0,00059^{1/2}$$

$$= 1,11 \text{ m/det}$$

$$\begin{aligned}
 Q \text{ saluran} &= A \times V \\
 &= 24,5 \text{ m}^2 \times 0,97 \text{ m/det} \\
 &= 27,22 \text{ m}^3/\text{det}
 \end{aligned}$$

Untuk perbandingan debit rencana 5 tahun dan debit saluran sta P 66 dan sta P 72 dapat dilihat pada tabel 4.39

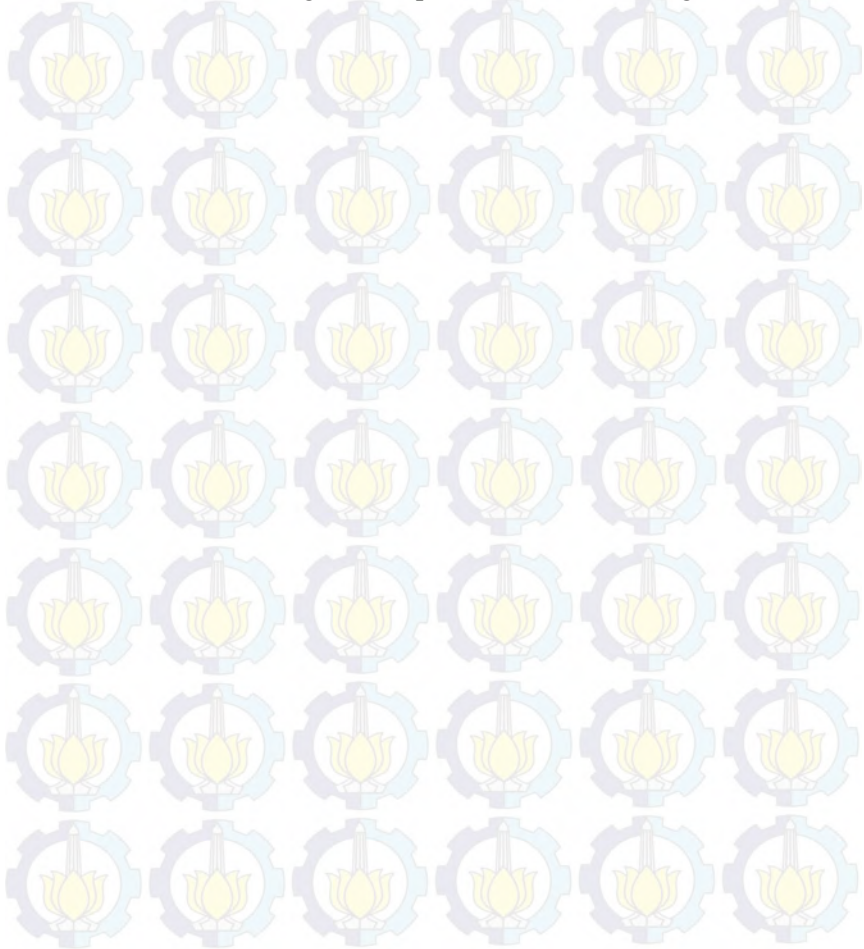
Tabel 4. 39 Perbandingan Qrencana dan Qsaluran pada saluran Gunungsari

No	Nama patok	Q rencana (m3/det)	Q eksisting (m3/det)	keterangan
1	P 57	27,51	27,22	Meluber
2	P 66	44,18	26,04	Meluber
3	P 72	61,14	26,76	Meluber

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Dari hasil perhitungan pada tabel 4.39 dapat diketahui bahwa kapasitas tampungan *box culvert* pada saluran Gunungsari tidak mencukupi untuk menerima debit dari Kali Simo bagian hulu dan saluran Gunungsari bagian hulu yang besar. Jadi dapat disimpulkan pembangunan *box culvert* tidak berfungsi dengan baik dikarenakan tidak dapat memaksimalkan penampungan kapasitas debit yang terlalu besar dari Kali Simo bagian hulu dan saluran Gunungsari bagian hulu.

Oleh sebab itu untuk memaksimumkan fungsi saluran Gunungsari sebagai *collecor drain* maka diperlukan adanya perencanaan ulang terhadap *box culvert* tersebut atau dengan mengatur debit air yang melalui saluran Gunungsari dengan pintu air di Kali Simo bagian hilir , pintu pembagi di saluran Simo sebelum saluran Gunungsari dan pintu air di Kali Balong





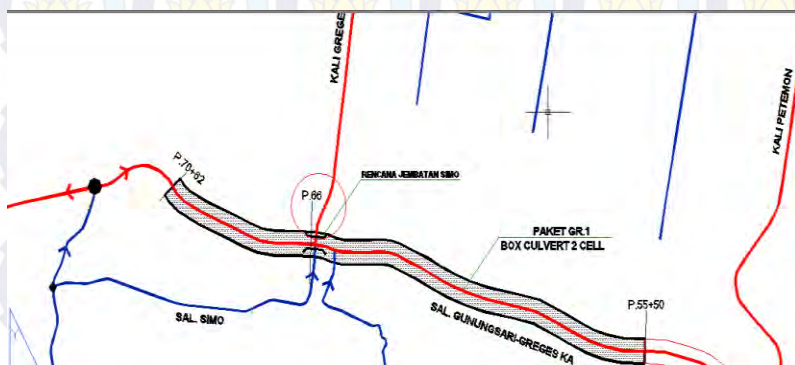
#### 4.8.5 Perencanaan Pintu Air

Pembangunan pintu air pada saluran-saluran ini bertujuan untuk mengatur debit air yang diterima pada saluran tersebut sehingga saluran tersebut tidak meluber. Dalam studi ini, pintu air dibangun di Kali Greges bagian hilir Kali Simo, saluran Simo yang menuju saluran Gunungsari dan Kali Balong sesudah saluran Gunungsari yang menuju kehilir Kali Balong.

Dengan adanya pintu air ini diharapkan pada saat kondisi debit limpasan tinggi maka pintu air dapat mengalirkan air ke saluran hilir yang lain sehingga debit di kedua saluran hilir tidak meluber.

##### 4.8.5.1 Pintu Air Saluran Simo Bagian Hilir

Letak pintu air Saluran Simo bagian hilir dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Letak pintu air pada Saluran Simo bagian hilir.

Untuk menghitung tinggi bukaan pintu air, maka harus diketahui debit yang dialirkan sepanjang saluran Simo bagian hulu. Pintu air ini mengalirkan debit dari saluran Simo ke Kali Greges dengan melewati saluran Gunungsari (*box culvert*).

Perhitungan debit rencana 5 tahun yang mengalir pada saluran Simo bagian hulu dengan data sebagai berikut :

$$C = 0,8$$

$$I_t = 52,53 \text{ mm}$$

$$A = 2,28 \text{ km}^2$$

$$Q_{\text{rencana}} = \frac{1}{3,6} \times \beta \times C \times I_t \times A$$

$$Q_{\text{rencana}} = \frac{1}{3,6} \times 1 \times 0,8 \times 52,53 \frac{\text{mm}}{\text{jam}} \times 2,28 \text{ km}^2$$

$$Q_{\text{rencana}} = 26,65 \text{ m}^3/\text{det}$$

Perhitungan *full bank capacity* yang mengalir pada saluran Simo bagian hilir dengan data sebagai berikut :

Bentuk saluran persegi

$$b = 20 \text{ m}$$

$$h = 1 \text{ m}$$

$$I = 0,0168$$

$$n = 0,02$$

$$\begin{aligned} A_{\text{tot}} &= (b + m.h).h \\ &= (20 \text{ m} + 0,3 \text{ m} \cdot 1 \text{ m}) \cdot 1 \text{ m} \\ &= 20,3 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= b + 2h\sqrt{1 + m^2} \\ &= 20 \text{ m} + 2 \cdot 1 \text{ m} \sqrt{1 + (0,3 \text{ m})^2} \\ &= 22,09 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R &= \frac{A}{P} \\ &= \frac{20,03 \text{ m}^2}{22,09 \text{ m}} \\ &= 0,92 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{1/2} \\
 &= \frac{1}{0,02} \times 0,92^{2/3} \times 0,0168^{1/2} \\
 &= 4,08 \text{ m/det}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q \text{ saluran} &= A \times V \\
 &= 20,3 \text{ m}^2 \times 4,08 \text{ m/det} \\
 &= 82,91 \text{ m}^3/\text{det}
 \end{aligned}$$

$$Q_{\text{saluran}} = 82,91 \text{ m}^3/\text{det} > Q_{\text{rencana}} = 26,65 \text{ m}^3/\text{det} \text{ (aman)}$$

Untuk menghitung tinggi bukaan pintu air menggunakan rumus :

$$Q_{\text{rencana}} = \mu \times a \times b \times \sqrt{2 \cdot g \cdot z}$$

Keterangan:

$Q_{\text{rencana}}$  = debit rencana 5 tahun ( $\text{m}^3/\text{det}$ )

$\mu$  = koefisien debit ( $\pm 0,8$ )

$a$  = tinggi bukaan pintu (m)

$b$  = lebar bukaan pintu (m)

$g$  = percepatan gravitasi ( $\text{m}^2/\text{det}$ )

$z$  = kehilangan tinggi energi air saat pintu dioperasikan (0,2 m) dengan data sebagai berikut :

$Q_{\text{rencana}} = 26,65 \text{ m}^3/\text{det}$  dibagi menjadi 3 pintu =  $8,88 \text{ m}^3/\text{det}$

$b$  saluran = 20 m, maka terdapat 3 pintu air.

$b$  pintu air = 2 m

$g = 9,8 \text{ (m/det}^2\text{)}$

$$a = \frac{Q_{\text{rencana}}}{\mu \times b \times \sqrt{2 \cdot g \cdot z}}$$

$$a = \frac{8,88 \frac{\text{m}^3}{\text{det}}}{0,8 \times 2 \text{ m} \times \sqrt{2 \cdot 9,8 \text{ m/det}^2 \cdot 0,5}}$$

$$a = 1,77 \text{ m}$$

Jika debit banjir pada saluran Simo dan saluran Gunungsari besar, maka pintu air yang mengalirkan debit ke Kali Greges akan akan dibuka dengan tinggi bukaan 1,77 m.

#### 4.8.5.2 Pintu Air Saluran Simo menuju Saluran Gunungsari

Letak pintu air pembagi Saluran Simo dapat dilihat pada gambar 4.3



Gambar 4. 3 Letak pintu air pembagi pada Saluran Simo menuju Saluran Gunungsari

Untuk menghitung tinggi bukaan pintu air, maka harus diketahui debit yang dialirkan sepanjang saluran Simo bagian hulu. Pintu air ini dibagi menjadi dua yaitu mengalirkan debit ke Kali Greges dan mengalirkan debit ke Kali Balong dengan melewati saluran Gunungsari (*box culvert*).

Perhitungan debit rencana 5 tahun yang mengalir pada saluran Simo bagian hulu dengan data sebagai berikut :

$$C = 0,8$$

$$I_t = 25,58 \text{ mm}$$

$$A = 3,05 \text{ km}^2$$



$$Q_{rencana} = \frac{1}{3,6} \times \beta \times C \times I_t \times A$$

$$Q_{rencana} = \frac{1}{3,6} \times 1 \times 0,8 \times 25,58 \frac{\text{mm}}{\text{jam}} \times 3,05 \text{ km}^2$$

$$Q_{rencana} = 17,35 \text{ m}^3/\text{det}$$

Perhitungan *full bank capacity* yang mengalir pada saluran

Simo bagian hulu dengan data sebagai berikut :

Bentuk saluran persegi

$$b = 10 \text{ m}$$

$$h = 3,5 \text{ m}$$

$$I = 0,00011$$

$$n = 0,02$$

$$A_{\text{tot}} = (b \times h)$$

$$= (10\text{m} \times 3,5\text{m})$$

$$= 35 \text{ m}^2$$

$$P = (b + 2 \cdot h)$$

$$= (10\text{m} + 2 \cdot 3,5\text{m})$$

$$= 17 \text{ m}$$

$$R = \frac{A}{P}$$

$$= \frac{35 \text{ m}^2}{17 \text{ m}}$$

$$= 2,06 \text{ m}$$

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{1/2}$$

$$= \frac{1}{0,02} \times 2,06^{2/3} \times 0,00011^{1/2}$$

$$= 0,85 \text{ m/det}$$

$$\begin{aligned}
 Q \text{ saluran} &= A \times V \\
 &= 35 \text{ m}^2 \times 0,85 \text{ m/det} \\
 &= 29,7 \text{ m}^3/\text{det}
 \end{aligned}$$

$$Q_{\text{saluran}} = 29,7 \text{ m}^3/\text{det} > Q_{\text{rencana}} = 17,35 \text{ m}^3/\text{det} \text{ (aman)}$$

Untuk menghitung tinggi bukaan pintu air menggunakan rumus :

$$Q_{\text{rencana}} = \mu \times a \times b \times \sqrt{2 \cdot g \cdot z}$$

Keterangan:

$Q_{\text{rencana}}$  = debit rencana 5 tahun ( $\text{m}^3/\text{det}$ )

$\mu$  = koefisien debit ( $\pm 0,8$ )

$a$  = tinggi bukaan pintu (m)

$b$  = lebar bukaan pintu (m)

$g$  = percepatan gravitasi ( $\text{m}^2/\text{det}$ )

$z$  = kehilangan tinggi energi air saat pintu dioperasikan (0,2 m)

dengan data sebagai berikut :

$Q_{\text{rencana}} = 17,35 \text{ m}^3/\text{det}$  dibagi menjadi 3 pintu =  $5,67 \text{ m}^3/\text{det}$

$b$  saluran = 10 m, maka terdapat 6 pintu air dengan pembagian 3 pintu mengalirkan debit ke Kali Greges dan 3 pintu mengalirkan debit ke Kali Balong melewati saluran Gunung Sari.

$b$  pintu air = 1,4 m

$g = 9,8 \text{ (m/det}^2\text{)}$

$$a = \frac{Q_{\text{rencana}}}{\mu \times b \times \sqrt{2 \cdot g \cdot z}}$$

$$a = \frac{5,67 \frac{\text{m}^3}{\text{det}}}{0,8 \times 1,4 \text{ m} \times \sqrt{2 \cdot 9,8 \text{ m/det}^2 \cdot 0,5}}$$

$$a = 1,6 \text{ m}$$

Jika debit banjir pada saluran Simo besar, maka pintu air yang mengalirkan debit ke Kali Greges akan ditutup dan pintu air yang mengalirkan debit ke Kali Balong akan dibuka dengan tinggi bukaan 1,6 m.

#### 4.8.5.3 Pintu Air Kali Balong

Letak pintu air Kali Balong dapat dilihat pada gambar 4.3



Gambar 4. 4 Letak pintu air pada Kali Balong

Untuk menghitung tinggi bukaan pintu air, maka harus diketahui debit yang dialirkan dari saluran Gunungsari dan Kali Balong bagian hulu.

Perhitungan debit rencana 5 tahun yang mengalir pada saluran Simo bagian hulu dengan data sebagai berikut :

$$C = 0,8$$

$$I_t = 43,23 \text{ mm}$$

$$A = 4,84 \text{ km}^2$$

$$Q_{rencana} = \frac{1}{3,6} \times \beta \times C \times I_t \times A$$

$$Q_{rencana} = \frac{1}{3,6} \times 0,98 \times 0,8 \times 43,23 \frac{\text{mm}}{\text{jam}} \times 4,84 \text{ km}^2$$

$$Q_{rencana} = 45,63 \text{ m}^3/\text{det}$$

Perhitungan *full bank capacity* yang mengalir pada saluran Simo bagian hulu dengan data sebagai berikut :

Bentuk saluran persegi

$$b = 10,2 \text{ m}$$

$$h = 2,6 \text{ m}$$

$$I = 0,0065$$

$$n = 0,03$$

$$A_{\text{tot}} = (b \times h)$$

$$= (10,2\text{m} \times 2,6\text{m})$$

$$= 33,28 \text{ m}^2$$

$$P = (b + 2 \cdot h)$$

$$= (10\text{m} + 2 \cdot 2,6\text{m})$$

$$= 17,55 \text{ m}$$

$$R = \frac{A}{P}$$

$$= \frac{33,28 \text{ m}^2}{17,55 \text{ m}}$$

$$= 1,9 \text{ m}$$

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{1/2}$$

$$= \frac{1}{0,03} \times 1,9^{2/3} \times 0,0065^{1/2}$$

$$= 4,12 \text{ m/det}$$



$$\begin{aligned}
 Q \text{ saluran} &= A \times V \\
 &= 33,28 \text{ m}^2 \times 4,12 \text{ m/det} \\
 &= 137 \text{ m}^3/\text{det}
 \end{aligned}$$

$$Q_{\text{saluran}} = 137 \text{ m}^3/\text{det} > Q_{\text{rencana}} = 45,63 \text{ m}^3/\text{det} \text{ (aman)}$$

Untuk menghitung tinggi bukaan pintu air menggunakan rumus :

$$Q_{\text{rencana}} = \mu \times a \times b \times \sqrt{2 \cdot g \cdot z}$$

Keterangan:

$Q_{\text{rencana}}$  = debit rencana 5 tahun ( $\text{m}^3/\text{det}$ )

$\mu$  = koefisien debit ( $\pm 0,8$ )

$a$  = tinggi bukaan pintu (m)

$b$  = lebar bukaan pintu (m)

$g$  = percepatan gravitasi ( $\text{m}^2/\text{det}$ )

$z$  = kehilangan tinggi energi air saat pintu dioperasikan (0,2 m) dengan data sebagai berikut :

$Q_{\text{rencana}} = 45,63 \text{ m}^3/\text{det}$  dibagi menjadi 6 pintu =  $7,6 \text{ m}^3/\text{det}$

$b$  saluran = 10,2 m

$b$  pintu air = 1,5 m

$g = 9,8 \text{ (m/det}^2\text{)}$

$$a = \frac{Q_{\text{rencana}}}{\mu \times b \times \sqrt{2 \cdot g \cdot z}}$$

$$a = \frac{7,6 \frac{\text{m}^3}{\text{det}}}{0,8 \times 1,5 \text{ m} \times \sqrt{2 \cdot 9,8 \text{ m/det}^2 \cdot 0,5}}$$

$$a = 2 \text{ m}$$

Jika debit banjir pada saluran Gunungsari dan Kali Balong bagian hulu besar, maka pintu air yang mengalirkan debit ke Kali Balong akan dibuka dengan tinggi bukaan pintu air 2 m.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari studi evaluasi dan perencanaan saluran Gunungsari terhadap drainase Greges dan drainase Balong, dapat diketahui bahwa debit rencana 5 tahun yang mengalir pada saluran primer Gunungsari dengan meninjau beberapa titik sebagai berikut :

- sta P 57 (sebelum saluran Simogunung yang mengalir ke Kali Greges Simo) dengan debit rencana 5 tahun sebesar 27,51 m<sup>3</sup>/det dan *full bank capacity* 27,22 m<sup>3</sup>/det (meluber).
- sta P 66 (jembatan Simo antara saluran Simo dengan Kali Greges Simo) dengan debit rencana 5 tahun sebesar 44,81 m<sup>3</sup>/det dan *full bank capacity* 26,04 m<sup>3</sup>/det (meluber).
- sta P 72 (sebelum bangunan pembagi) dengan debit rencana 5 tahun sebesar 61,14 m<sup>3</sup>/det dan *full bank capacity* 26,76 m<sup>3</sup>/det (meluber).

Dari hasil tersebut dapat diketahui kapasitas tampungan (*box culvert*) tidak dapat menampung debit rencana 5 tahun dari Kali Simo dan Kali Balong.

Untuk pengecekan kapasitas tampungan Kali Simo (hilir) mempunyai debit 5 tahun sebesar 161,597 m<sup>3</sup>/det sedangkan *full bank capacity* 26,998 m<sup>3</sup>/det dan Kali Balong mempunyai debit 5 tahun sebesar 50,143 m<sup>3</sup>/det sedangkan *full bank capacity* 8,857 m<sup>3</sup>/det. Dari hasil tersebut dapat diketahui debit yang mengalir pada Kali Simo (hilir) dan Kali Balong sangat besar sehingga dilakukan pembagian aliran dan menormalisasi saluran tersebut.

Normalisasi dilakukan setelah dilakukan pembagian aliran. Dapat diketahui kapasitas tampungan Kali Simo 189,63 m<sup>3</sup>/det dan kapasitas tampungan Kali Balong 86,2 m<sup>3</sup>/det.

## 5.2 Saran

Untuk mengatasi debit banjir yang besar pada saluran Gunungsari dilakukan pengaturan aliran sebagai berikut, jika debit banjir sangat besar dari Kali Simo bagian hulu maka aliran dari Kali Simo akan dialirkan menuju Kali Balong dengan penggunaan pintu air sedangkan jika debit dari Kali Simo bagian hulu tidak besar maka aliran dapat dialirkan ke Kali Simo bagian hilir dan Kali Balong. Pengaturan aliran tersebut didukung dengan memaksimalkan operasional bangunan pelengkap berupa pintu air. Pintu air ini di saluran Simo bagian hilir, saluran Simo yang menuju saluran Gunungsari dan Kali Balong bagian hilir.



## DAFTAR PUSTAKA

- Anggrahini. (1996). *Hidrolika Saluran Terbuka*. Surabaya: CV. Citra Media.
- Harto, S. (1993). *Analisis Hidrologi*. Yogyakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Loebis, J. (1984). *Banjir Rencana untuk Bangunan Air*. Jakarta: Badan Penerbit.
- SDMP (Surabaya Drainage Master Plan). (2018).
- Soemarto, C. (1987). *Hidrologi Teknik*. Surabaya: Usaha Nasional.
- Soesrodarsono, S. (1993). *Hidrologi untuk Pengairan*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Soewarno. (1995). *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data*. Bandung: NOVA.
- Subarkah, I. (1980). *Hidrologi untuk Bangunan Air*. Bandung: Idea Dharma.
- Suripin. (2003). *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Semarang: ANDI.
- Triatmodjo, B. (2008). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.





### ASISTENSI PROYEK AKHIR

**Nama**

**NRP**

**Judul Tugas Akhir**

**Dosen Pembimbing**

: Diega Hananda Z & Permata Prameawari  
 : 3112030005 3112030052  
 : Perencanaan Saluran Drainase Primer Gunung Sari  
 Ruas Gunung Sari - Grejges sampai Gunung Sari - Balong  
 : Ir. Ismail Sa'ud, M. MT.




No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
	12/6 2015	- Revisi Bab IV				
		- Laporan lengkap				
	22/6 2015	- Perbaiki gambar		B	C	K
		- Perbaiki kesimpulan		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ket.


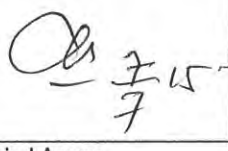


- :  
 B = Lebih cepat dari jadwal  
 C = Sesuai dengan jadwal  
 K = Terlambat dari jadwal


 <div>ITS Institut Teknologi Sepuluh Nopember</div>	<b>BERITA ACARA</b> <b>UJIAN PROYEK AKHIR TERAPAN</b> PROGRAM DIPLOMA TEKNIK SIPIL FTSP - ITS	No. Agenda : 8
	PROGRAM DIPLOMA 3 BANGUNAN AIR	Tanggal : 23 Juni 2015

Judul Proyek Akhir				<b>Perencanaan Saluran Drainase Primer Gunung Sari Ruas Gunung Sari - Greges Sampai Gunung Sari - Balong</b>			
Nama Mahasiswa 1	DIEGA HANANDA Z			NRP	3112030005		
Nama Mahasiswa 2	PERMATA PRAMESWARI			NRP	3112030052		
Dosen Pembimbing 1 Nip:	Ir. Ismail Sa'ud, MMT. 19600517 198903 1 002			Tanda tangan			
Dosen Pembimbing 2 Nip:				Tanda tangan			

URAIAN REVISI		Dosen Penguji	
<ul style="list-style-type: none"><li>- 1. Saluran<sup>2</sup> diperlihatkan.</li><li>- 2. Tampilan long-section.</li><li>- 3. Kesimpulan sesuai hasil analisa.</li></ul>			
		Ir. Didik Harijanto, CES.	
		NIP 19590329 198811 1 001	
<ul style="list-style-type: none"><li>1. Cek. Hal 63 <math>T_1 = \frac{6,4m}{2,457} = 2,61m</math></li><li>2. Hal 74 <math>0,70 \times</math></li><li>3. " 75 <math>Q_{rencana} = \dots</math> <math>Q_{seksi} = \dots</math></li><li>4. Hal. Cek tabel 4,30, 4,31, 4,32.</li></ul>			
		Ir. Choirul Anwar.	
		NIP 19520114 198803 1 001	
<p>Notasi gambar garis warna diganti garis putus-putus? tidak warna.</p>			
		Ir. Edy Sumirman, MT.	
		NIP 19581212 198701 1 001	
		NIP	

PERSETUJUAN HASIL REVISI

Dosen Penguji 1	Dosen Penguji 2	Dosen Penguji 3	Dosen Penguji 4	Dosen Pembimbing
				
Ir. Didik Harijanto, CES.	Ir. Choirul Anwar.	Ir. Edy Sumirman, MT.		Ir. Ismail Sa'ud, MMT./
NIP 19590329 198811 1 001	NIP 19520114 198803 1 001	NIP 19581212 198701 1 001	NIP	NIP 19600517 198903 1 002/

<b>Persetujuan Dosen Pembimbing Untuk Penjilidan Buku Laporan Proyek Akhir</b>	Pembimbing 1	Pembimbing 2
	 Ir. Ismail Sa'ud, MMT. Nip. 19600517 198903 1 002	Nip.





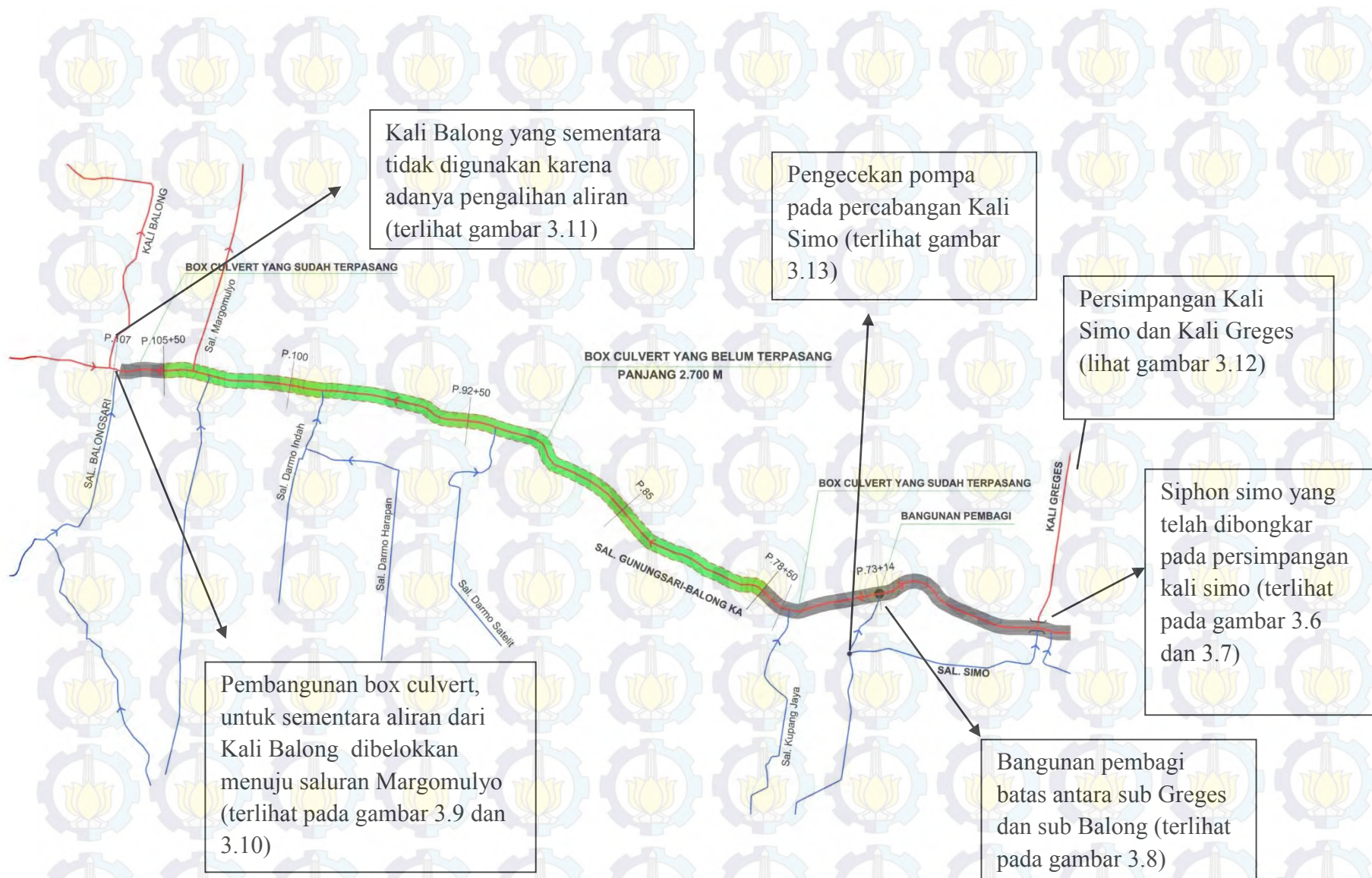
### ASISTENSI PROYEK AKHIR

**Nama** : Diega Hananda Z & Permata Prameswari  
**NRP** : 3112030005 3112030052  
**Judul Tugas Akhir** : Perencanaan Saluran Drainase Primer Gunung Sari  
 Ruas Gunung Sari - Greges sampai Gunung Sari - Balong  
**Dosen Pembimbing** : Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
1.		cek . Catchment area & status hujan.				
2	4/3 '2015	hitung FBC & debit rencana.		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	27/3 '2015	- plotting CA				
		- point A3				
				B	C	K
4.	10/4 2015	Hitung kapasitas Greges		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Hitung kapasitas Balong				
5.	25/4 2015	Pengecekan aliran Greges (Simo)		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.	16/5 2015	Pengecekan data kapasitas Balong dengan lapangan				
7.	30/5 2015	Hitung kapasitas Greges		B	C	K
		setelah pertigaan sampai hilir		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Hitung alternatif 2 (pembelokan saluran Simo ke Balong)		B	C	K
		Buat word sampai perencanaan alternatif 2		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	5/6 '2015	plotting rencana hasil desain				

**Ket.** :  
 D = Lebih cepat dari jadwal  
 C = Sesuai dengan jadwal  
 K = Terlambat dari jadwal





Skema Sistem Jaringan Drainase Ruas Greges sampai Balong



Aliran dari Kali Simo menuju Kali Greges (tampak dari Kali Simo sebelum Jembatan)



Pintu Air di Kali Simo (sesudah Jembatan)





Percabangan Kali Simo



Bangunan Pembagi pada Kali Simo





Pembangunan Box Culvert di Saluran Gunungsari pada Persimpangan Kali Balong



Pembelokkan Aliran sementara dari Kali Balong menuju Saluran Margomulyo (dengan Box Culvert Kecil)



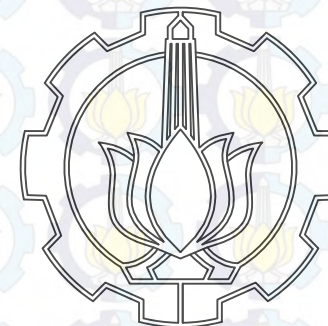
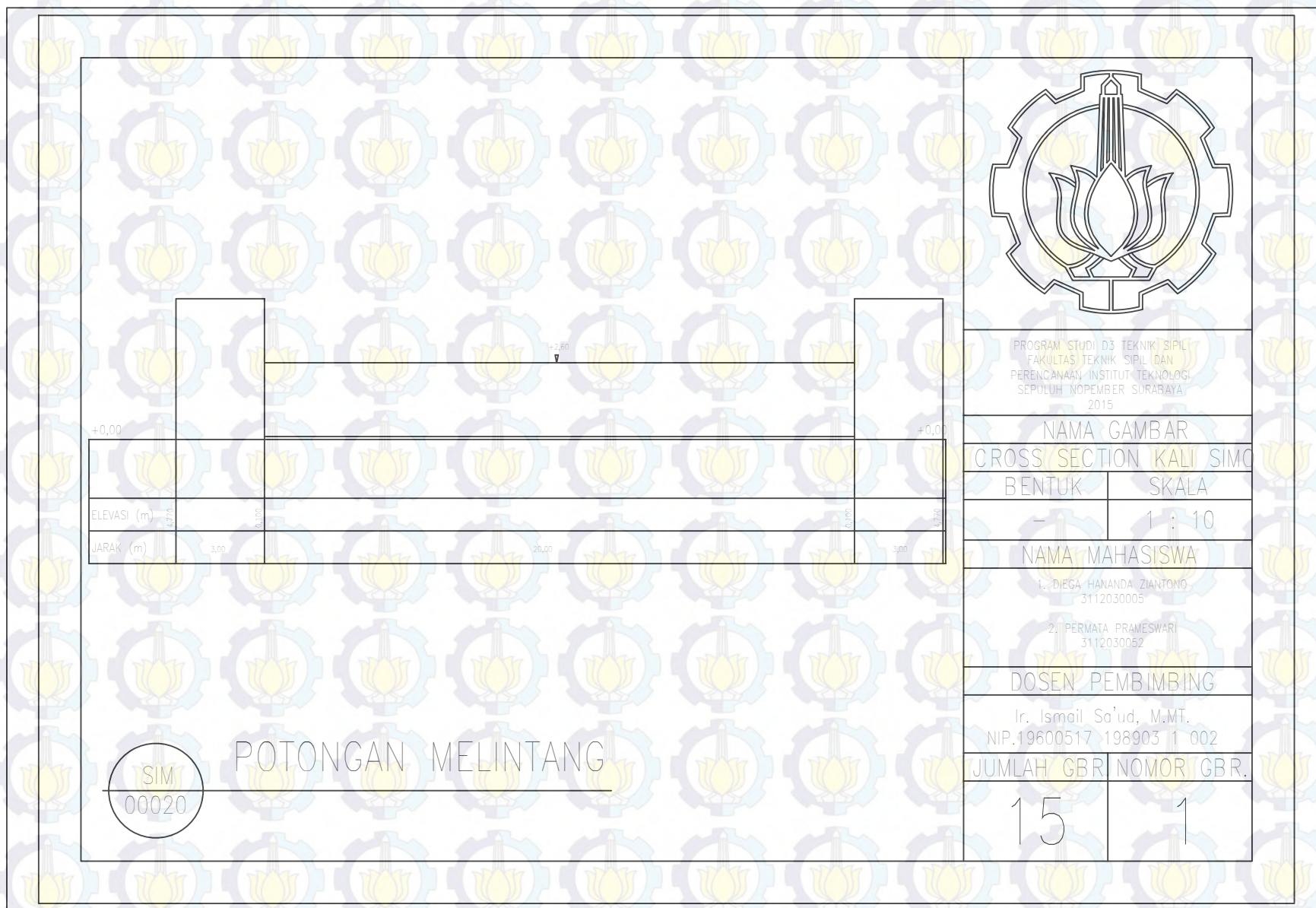
Gambar 3.11 Kali Balong bagian hilir yang tidak digunakan sementara



Pertemuan antara Kali Simo dan Kali Greges yang menuju ke Kali Greges







PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN  
PERENCANAAN, INSTITUT TEKNOLOGI  
SEPULUH NOPEMBER SURABAYA  
2015

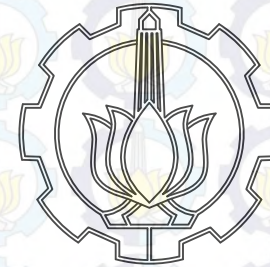
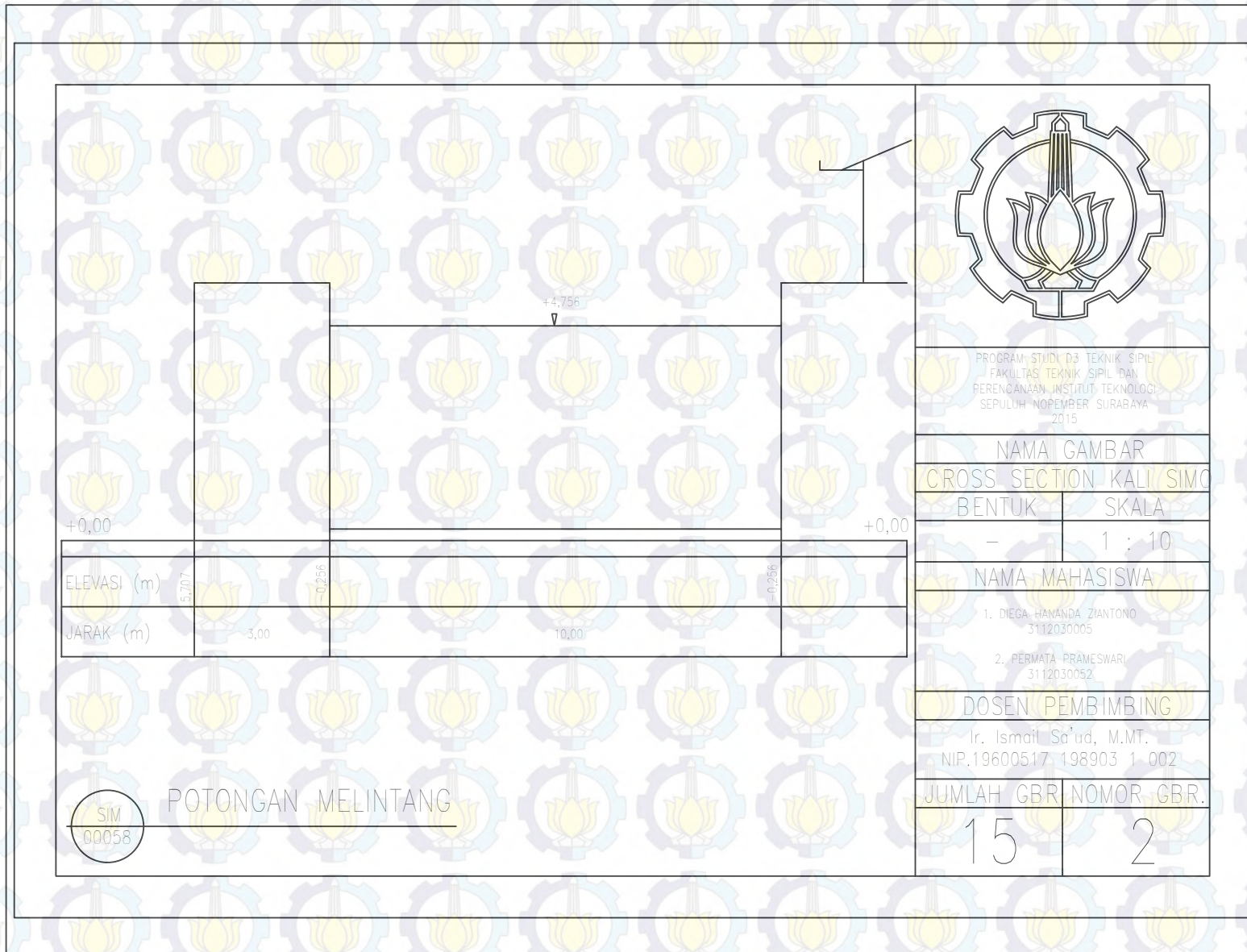
NAMA GAMBAR	
CROSS SECTION KALI SIMO	
BENTUK	SKALA
—	1 : 10

NAMA MAHASISWA	
1. DIEGA HANANDA ZIANTONO 3112030005	
2. PERMATA PRAMESWARI 3112030052	

DOSEN PEMBIMBING	
Ir. Ismail Sa'ud, M.MT. NIP.19600517 198903 1 002	

JUMLAH GBR	NOMOR GBR.
15	1





PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN  
PERENCANAAN, INSTITUT TEKNOLOGI  
SEPULUH NOPEMBER SURABAYA  
2015

NAMA GAMBAR

CROSS SECTION KALI / SIM

BENTUK

SKALA

-

1 : 10

NAMA MAHASISWA

1. DIEGA HANANDA ZIANTONO  
3112030005

2. PERMATA PRAMESWARI  
3112030052

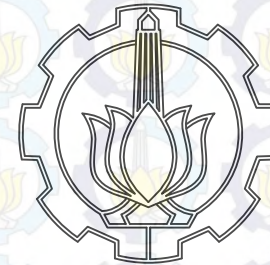
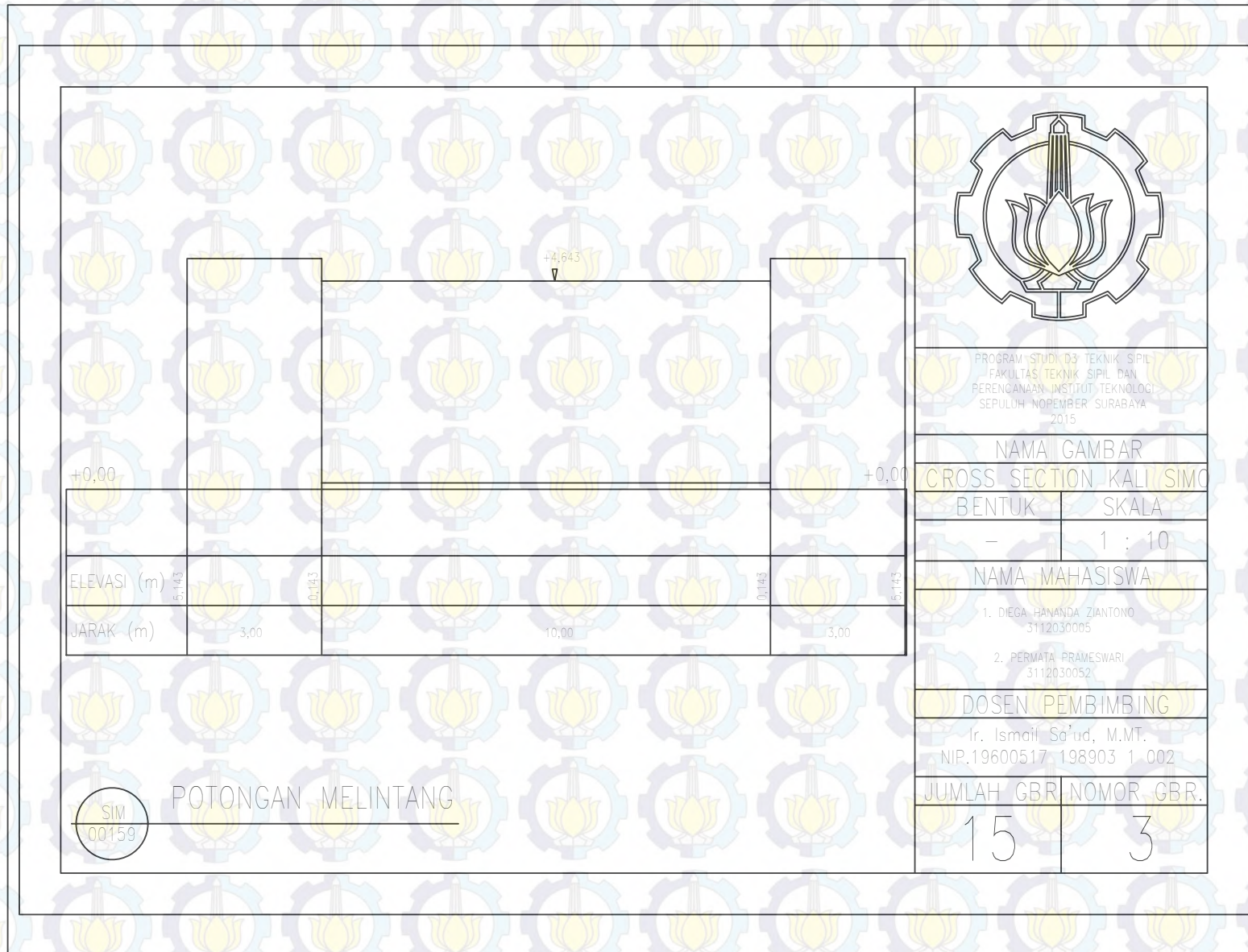
DOSEN PEMBIMBING

Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.  
NIP.19600517 198903 1 002

JUMLAH GBR. NOMOR GBR.

15

2



PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN  
PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI  
SEPULUH NOPEMBER SURABAYA  
2015

NAMA GAMBAR

CROSS SECTION KALI SIMO

BENTUK

SKALA

-

1 : 10

NAMA MAHASISWA

1. DIEGA HANANDA ZIANTONO  
3112030005

2. PERMATA PRAMESWARI  
3112030052

DOSEN PEMBIMBING

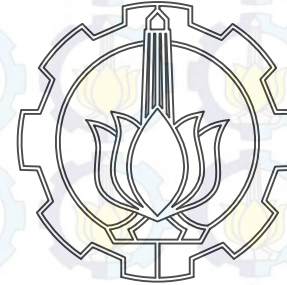
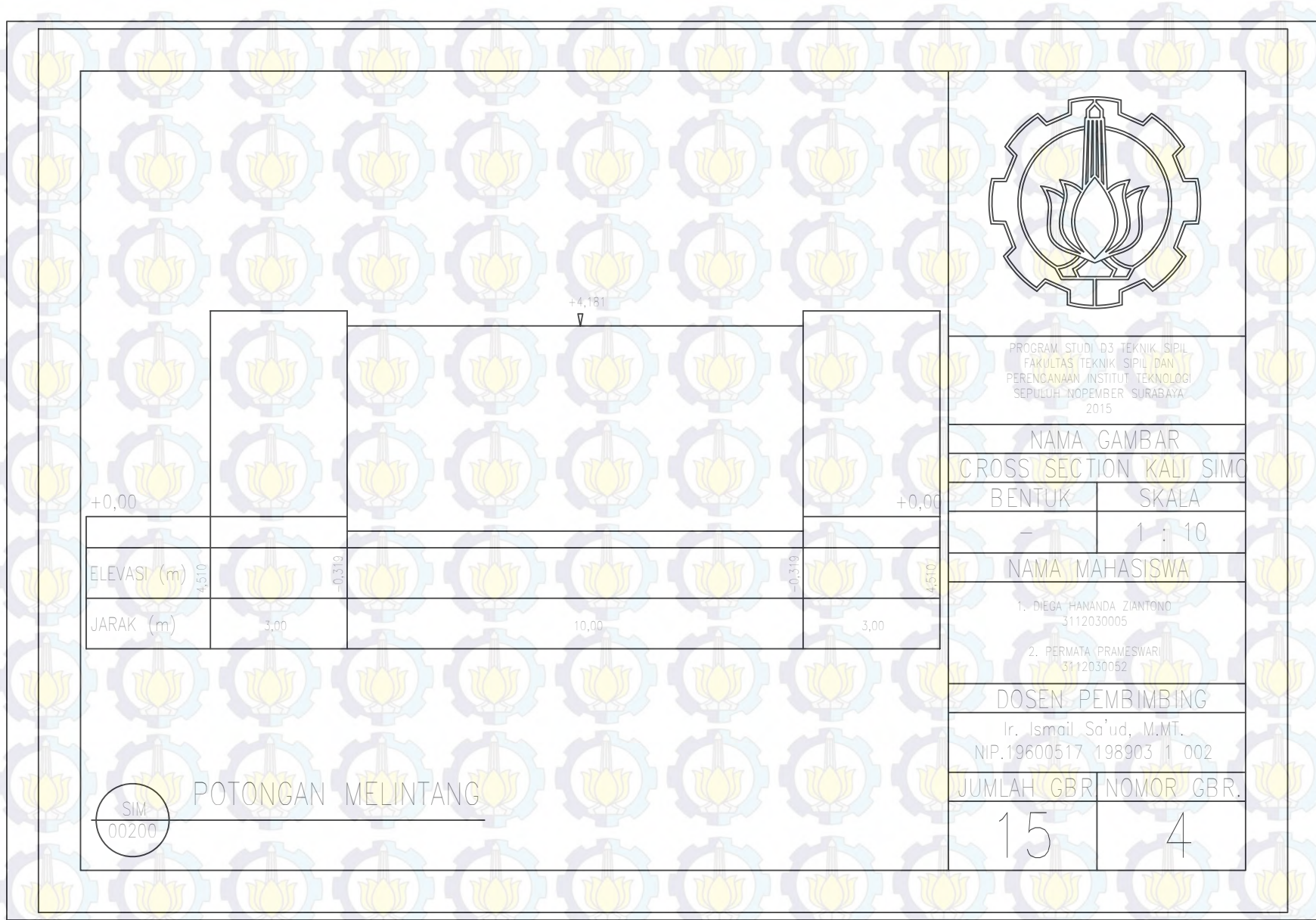
Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.  
NIP.19600517-198903-1-002

JUMLAH GBR. NOMOR GBR.

15

3





PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN  
PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI  
SEPULUH NOPEMBER SURABAYA  
2015

NAMA GAMBAR  
CROSS SECTION KALI SIMO

BENTUK	SKALA
-	1 : 10

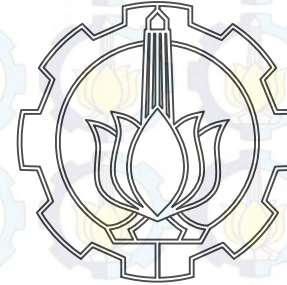
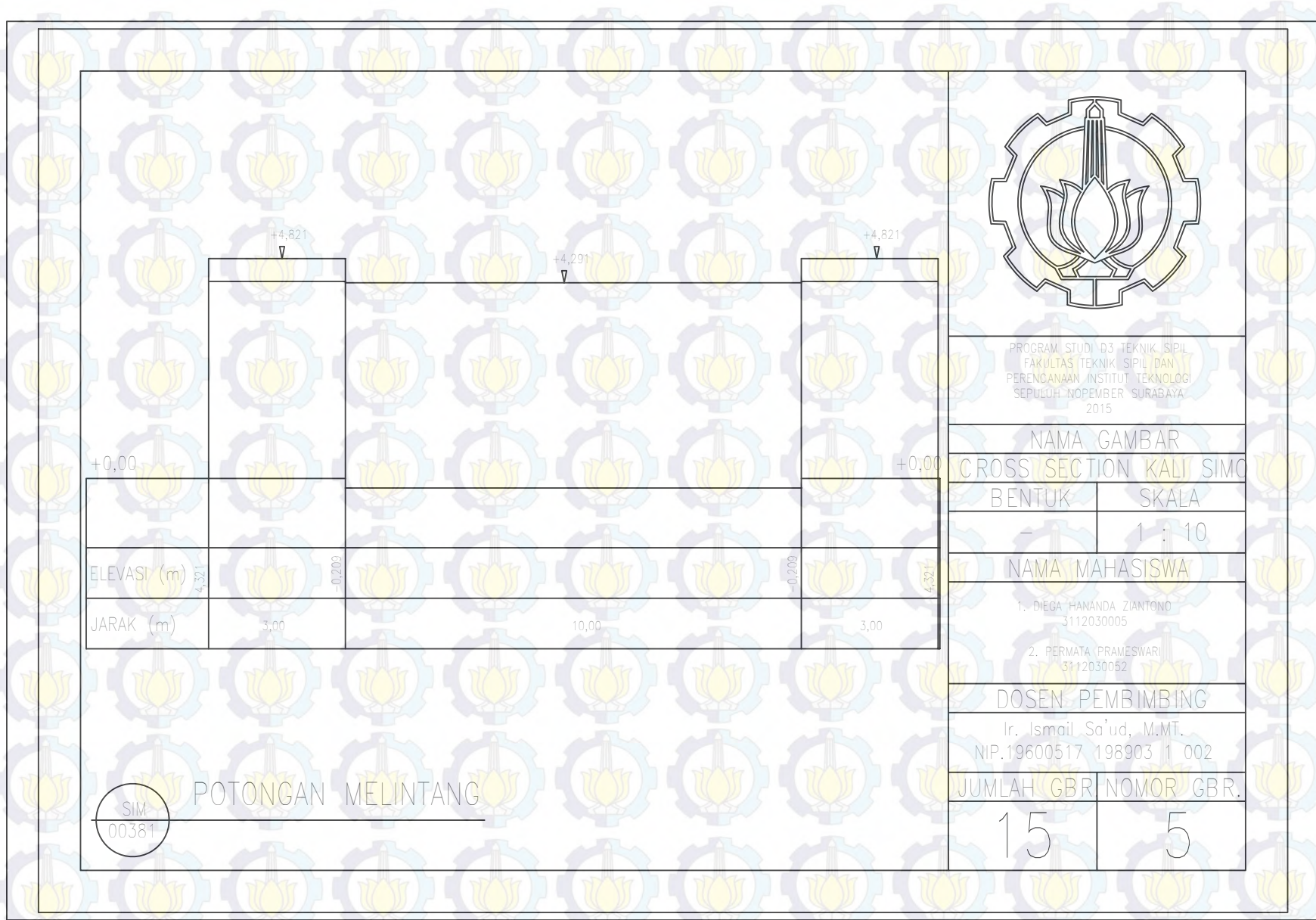
NAMA MAHASISWA

1. DIEGA HAMANDA ZIANTONO  
3112030005
2. PERMATA PRAMESWARI  
3112030052

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.  
NIP.19600517 198903 1 002

JUMLAH GBR	NOMOR GBR.
15	4



PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN  
PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI  
SEPULUH NOPEMBER SURABAYA  
2015

NAMA GAMBAR  
CROSS SECTION KALI SIMO

BENTUK	SKALA
-	1 : 10

NAMA MAHASISWA

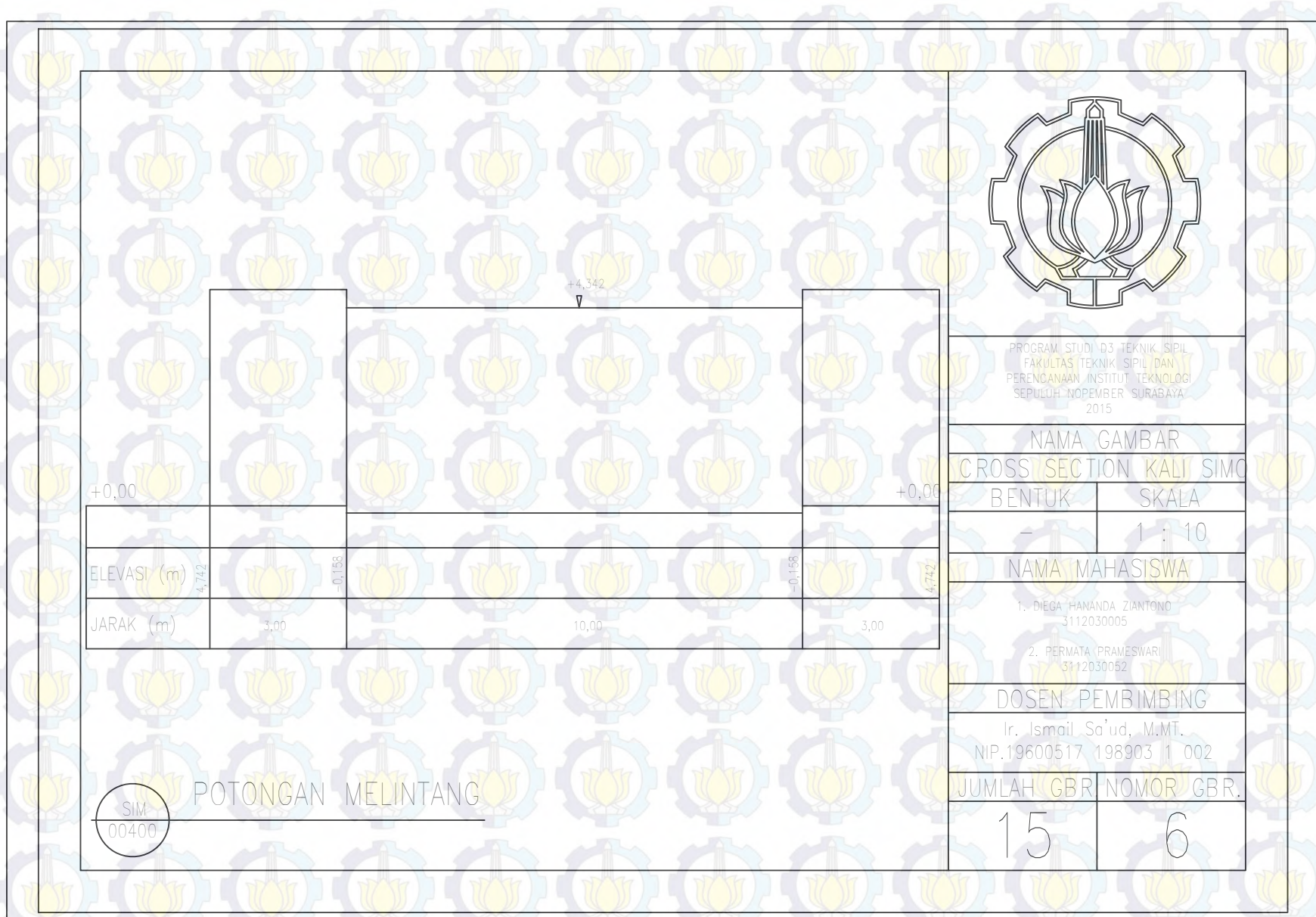
1. DIEGA HAMANDA ZIANTONO  
3112030005
2. PERMATA PRAMESWARI  
3112030052

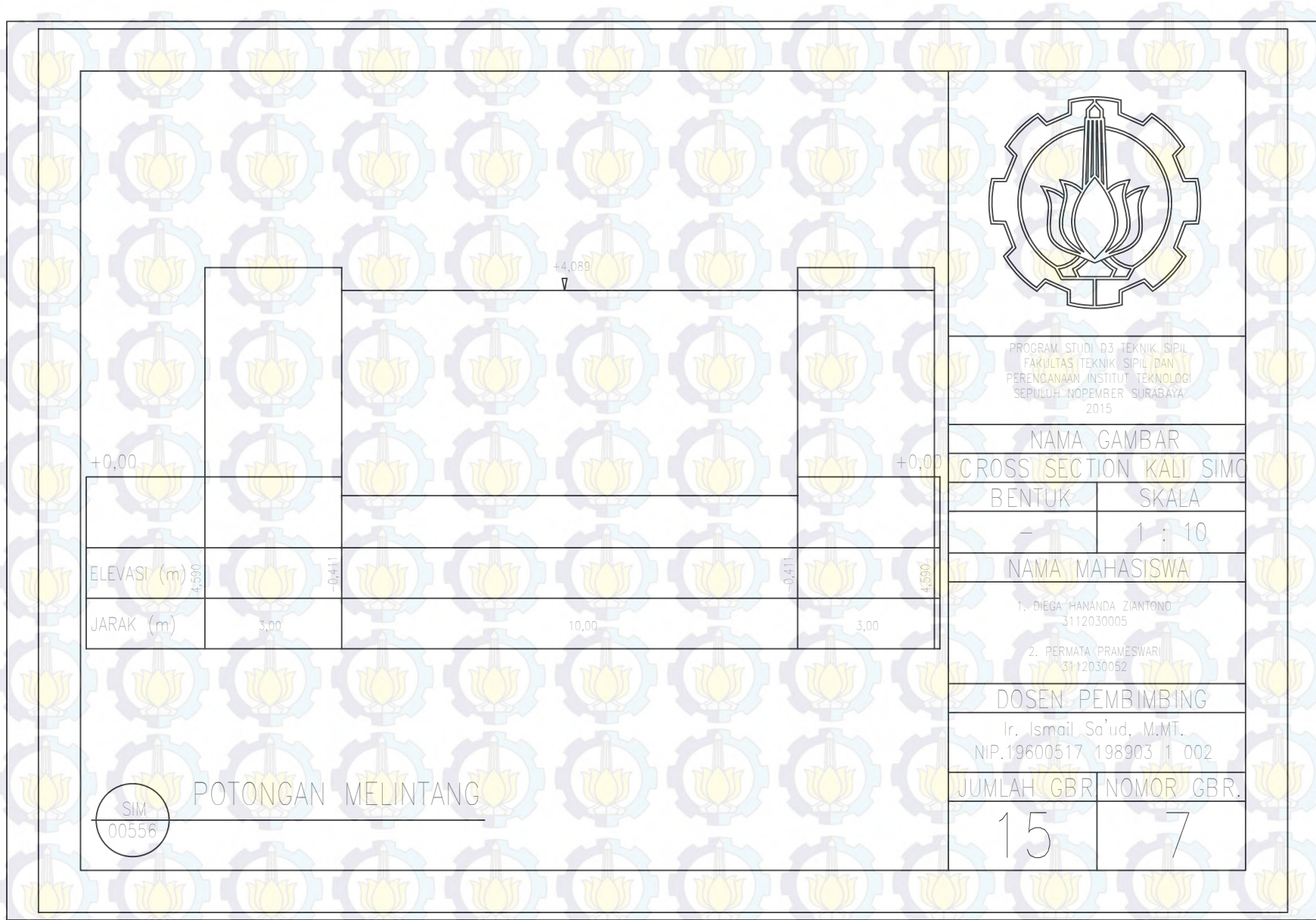
DOSEN PEMBIMBING

Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.  
NIP.19600517 198903 1 002

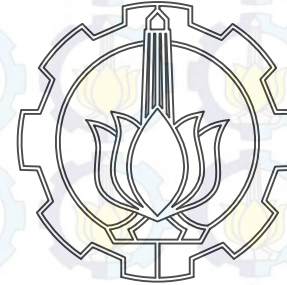
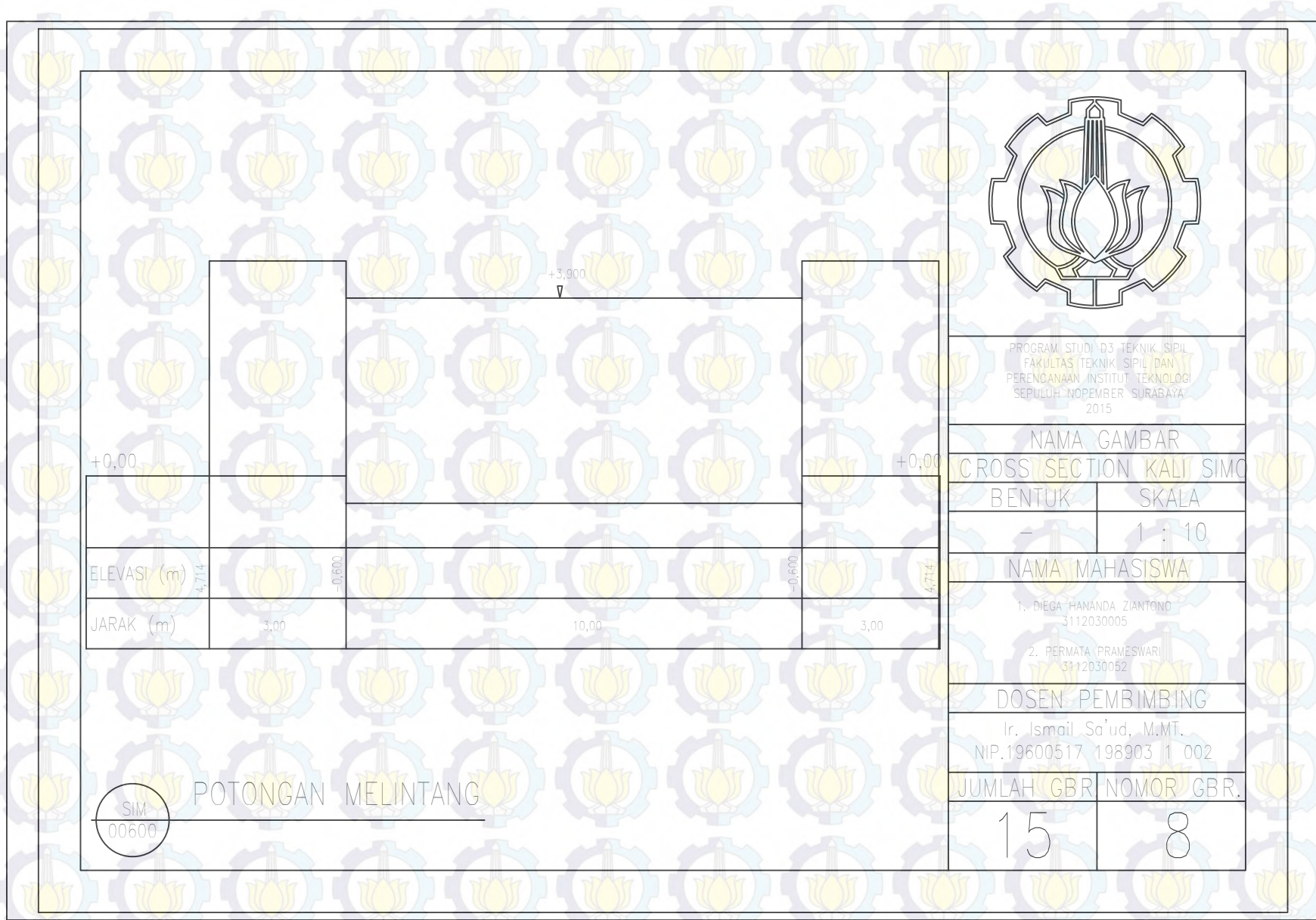
JUMLAH GBR	NOMOR GBR.
15	5











PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN  
PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI  
SEPULUH NOPEMBER SURABAYA  
2015

NAMA GAMBAR  
CROSS SECTION KALI SIMO

BENTUK	SKALA
-	1 : 10

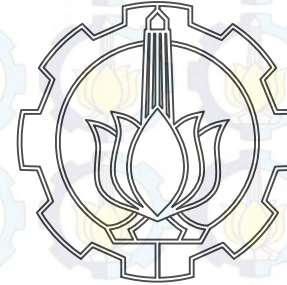
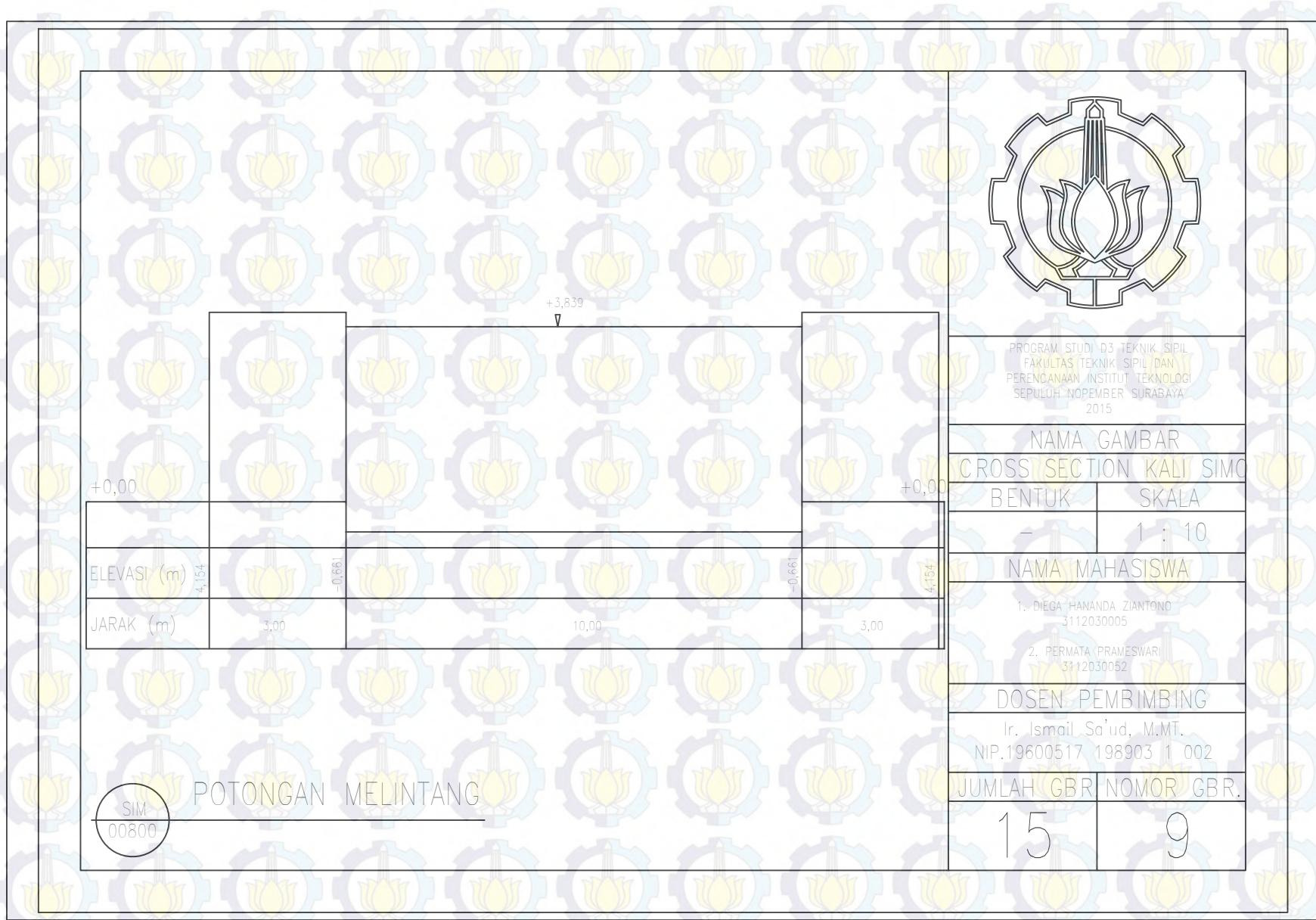
NAMA MAHASISWA

1. DIEGA HAMANDA ZIANTONO  
3112030005
2. PERMATA PRAMESWARI  
3112030052

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.  
NIP.19600517 198903 1 002

JUMLAH GBR	NOMOR GBR.
15	8



PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN  
PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI  
SEPULUH NOPEMBER SURABAYA  
2015

NAMA GAMBAR  
CROSS SECTION KALI SIMO

BENTUK	SKALA
-	1 : 10

NAMA MAHASISWA

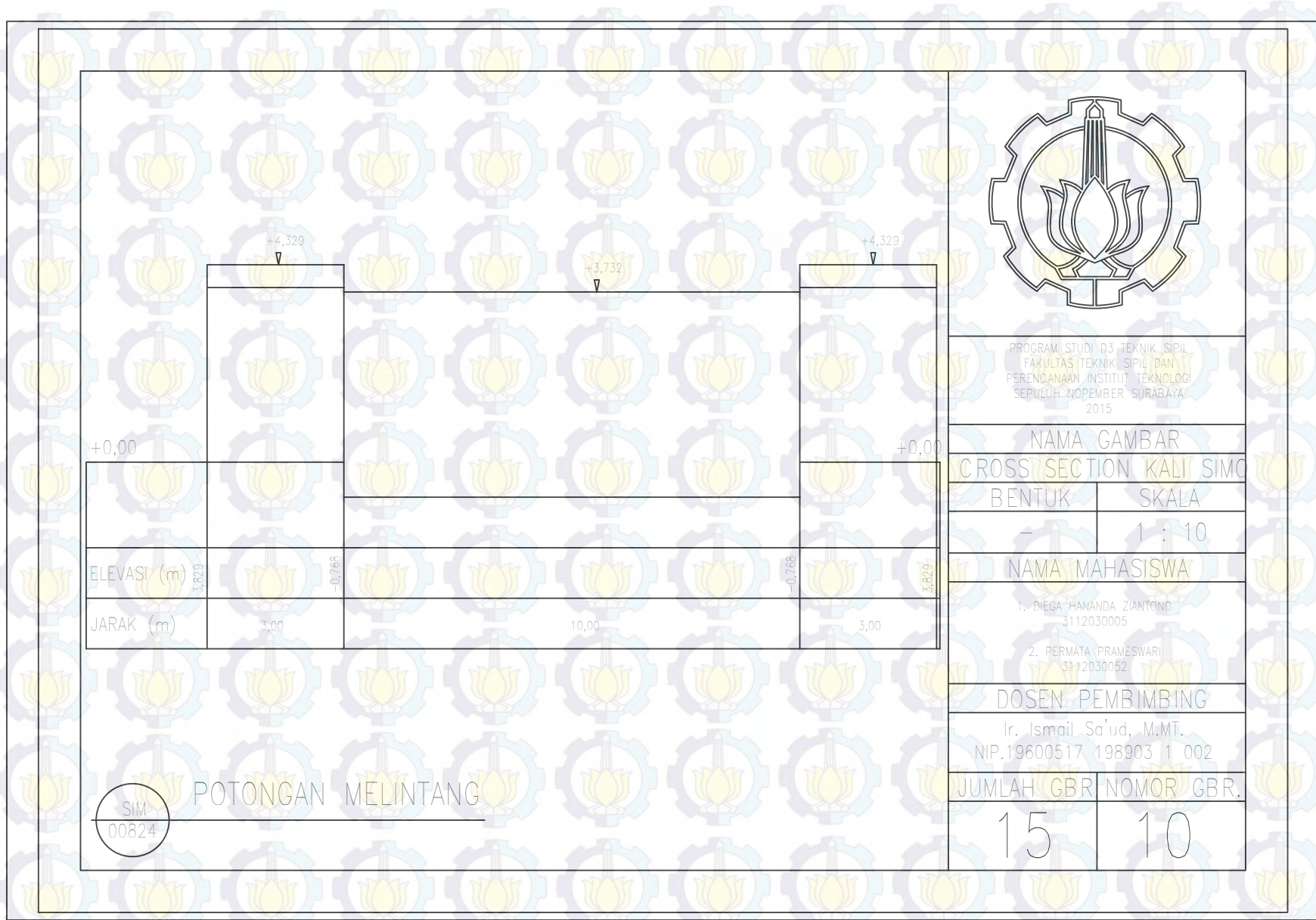
1. DIEGA HANANDA ZIANTONO  
3112030005
2. PERMATA PRAMESWARI  
3112030052

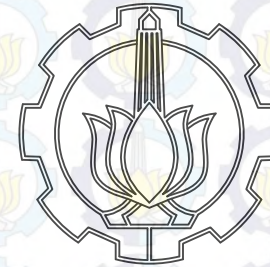
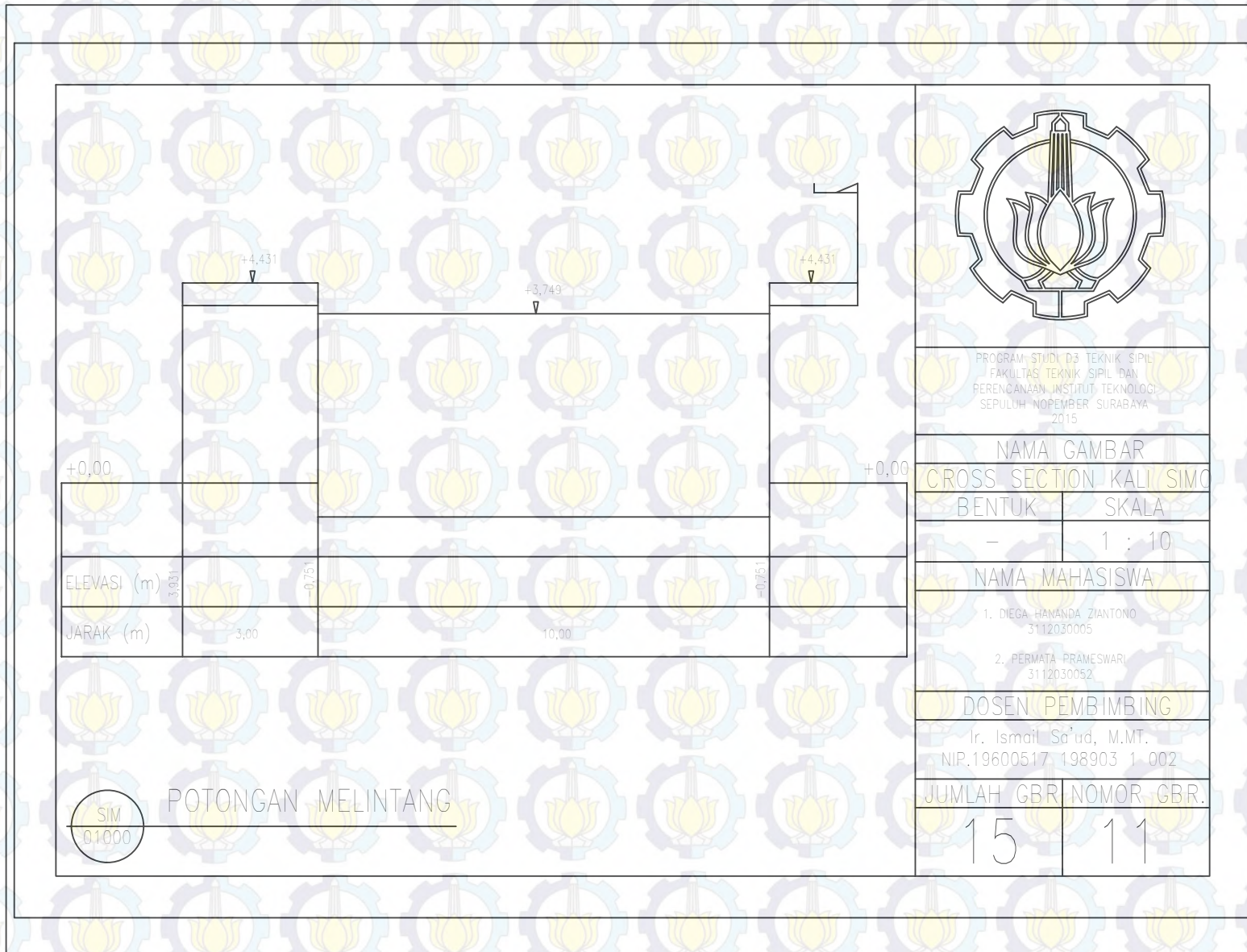
DOSEN PEMBIMBING

Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.  
NIP.19600517 198903 1 002

JUMLAH GBR	NOMOR GBR.
15	9







PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN  
PERENCANAAN INSTITUTE TEKNOLOGI  
SEPULUH NOPEMBER SURABAYA  
2015

NAMA GAMBAR

CROSS SECTION KALI SIMO

BENTUK

SKALA

-

1 : 10

NAMA MAHASISWA

1. DIEGA HANANDA ZIANTONO  
3112030005

2. PERMATA PRAMESWARI  
3112030052

DOSEN PEMBIMBING

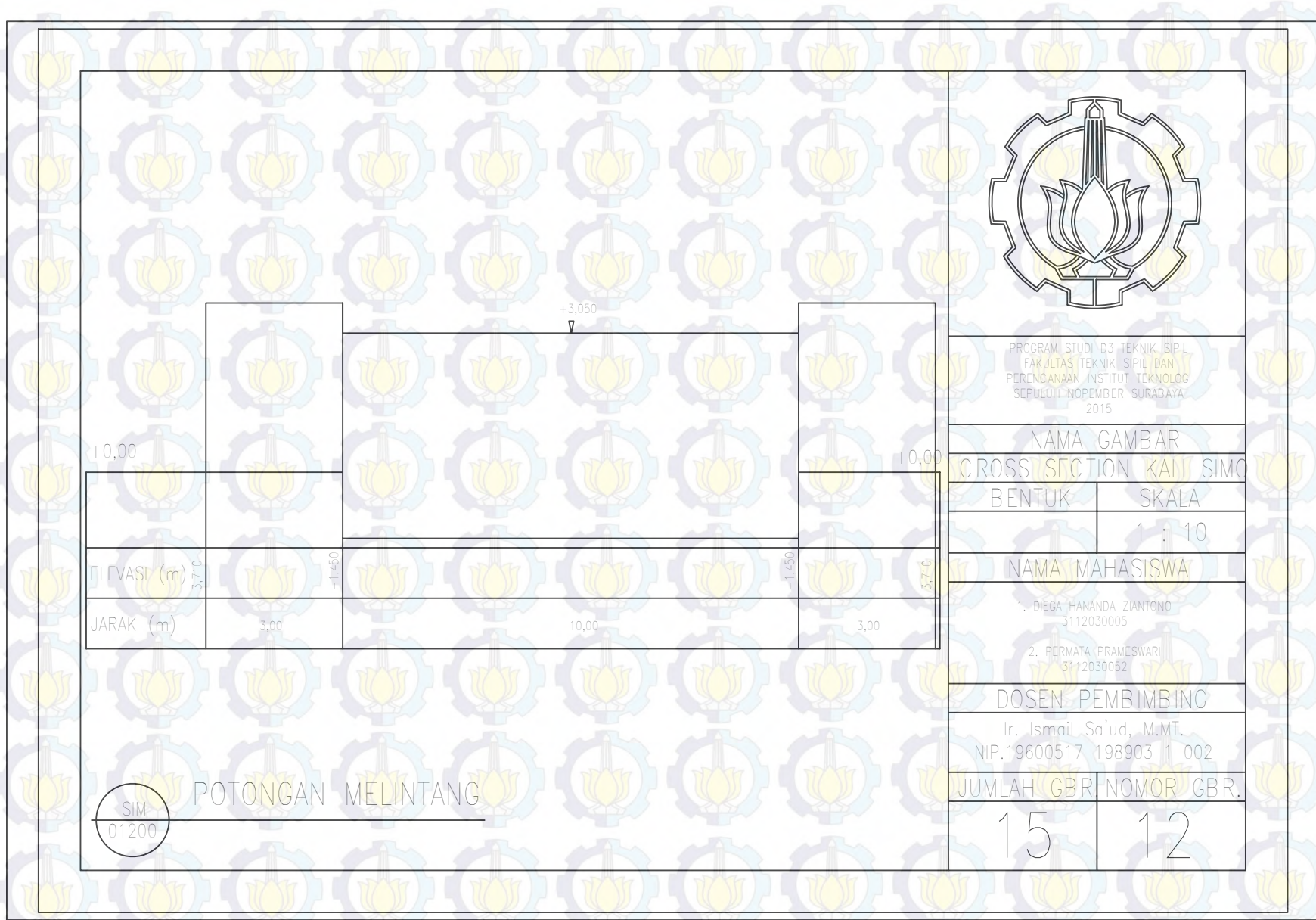
Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.  
NIP.19600517 198903 1 002

JUMLAH GBR. NOMOR GBR.

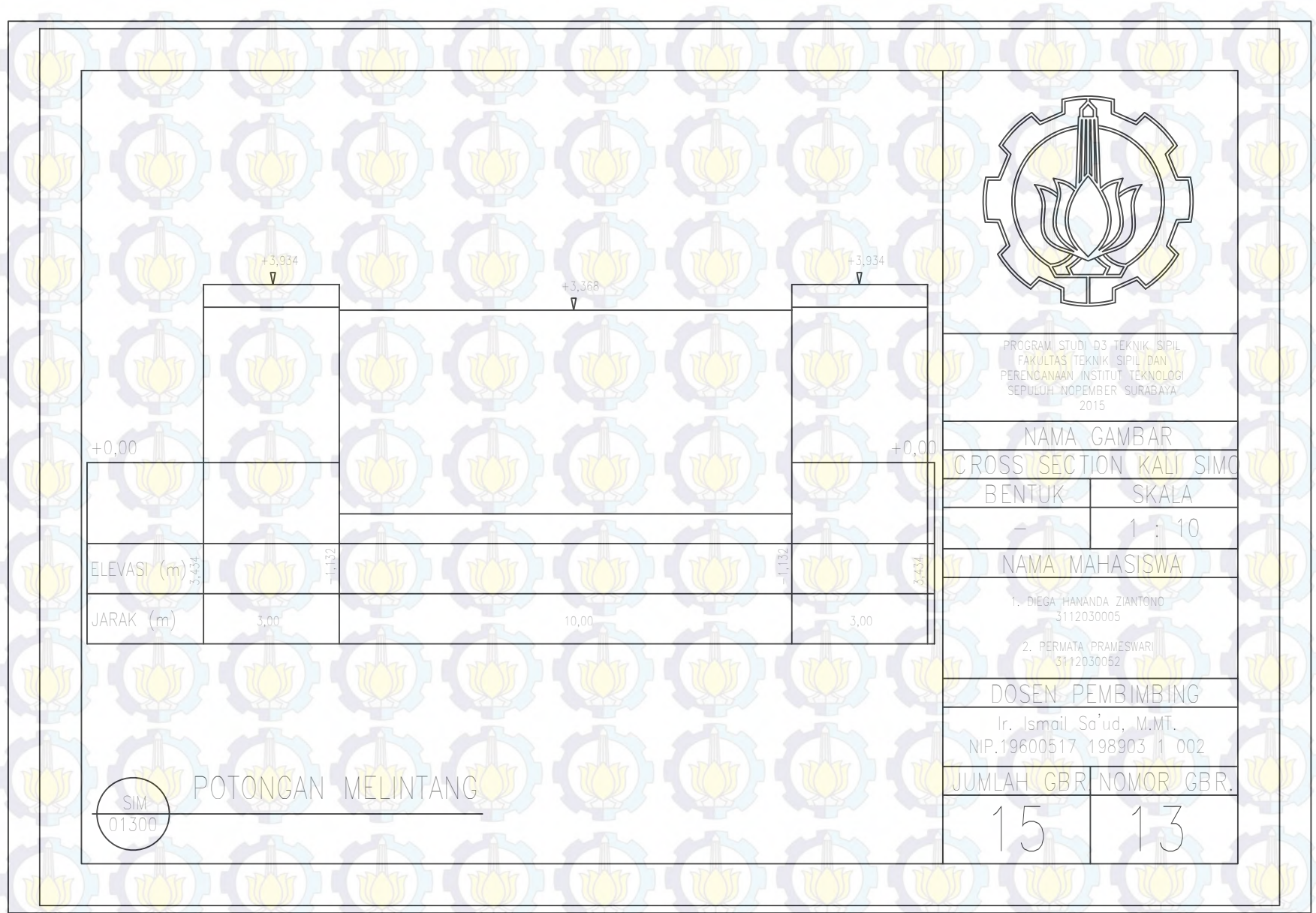
15

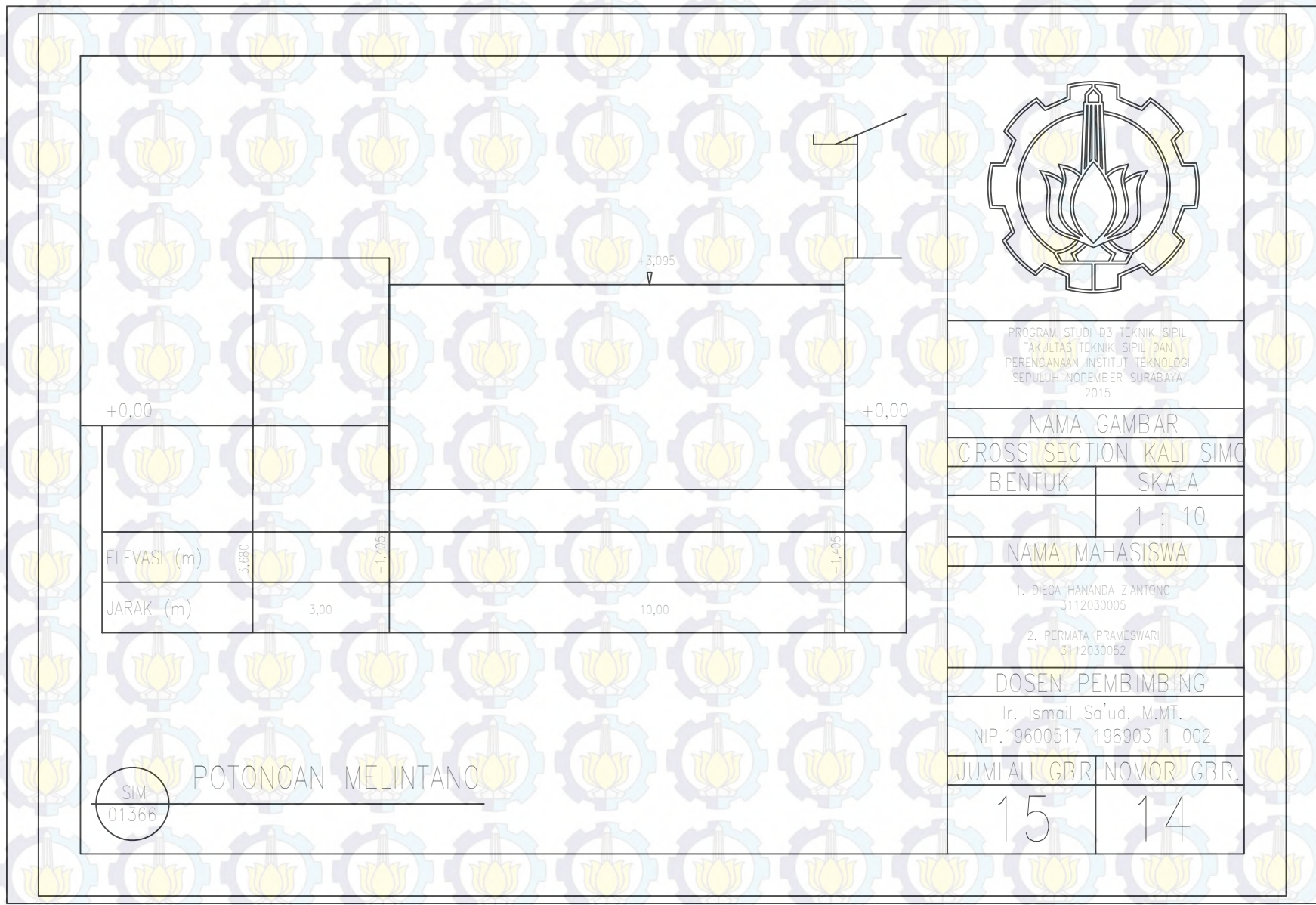
11











PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN  
PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI  
SEPULUH NOPEMBER SURABAYA  
2015

NAMA GAMBAR  
CROSS SECTION KALI SIMO

BENTUK	SKALA
-	1 : 10

NAMA MAHASISWA

1. DIEGA HAMANDA ZIANTONO  
3112030005

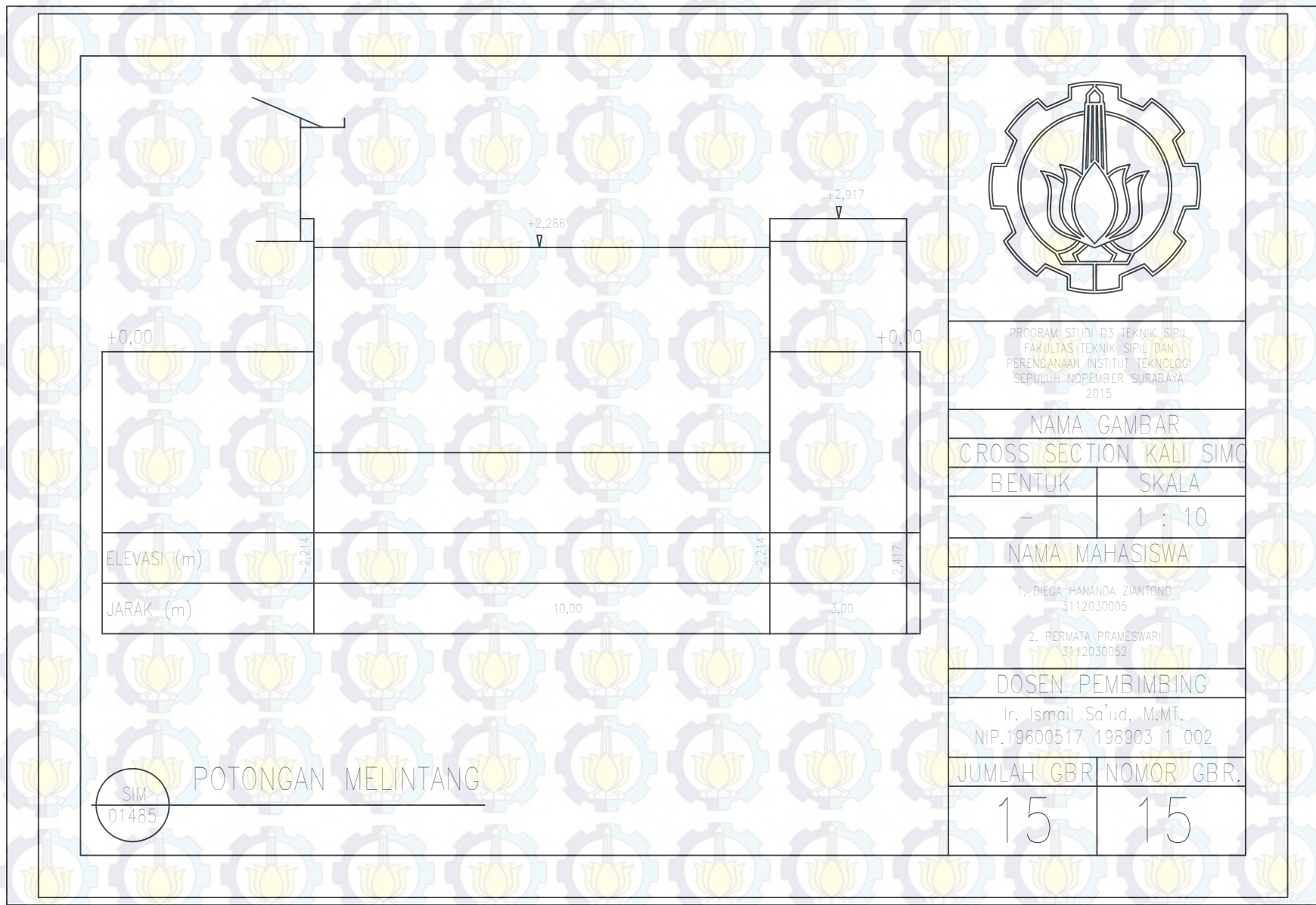
2. PERMATA PRAMESWARI  
3112030052

DOSEN PEMBIMBING

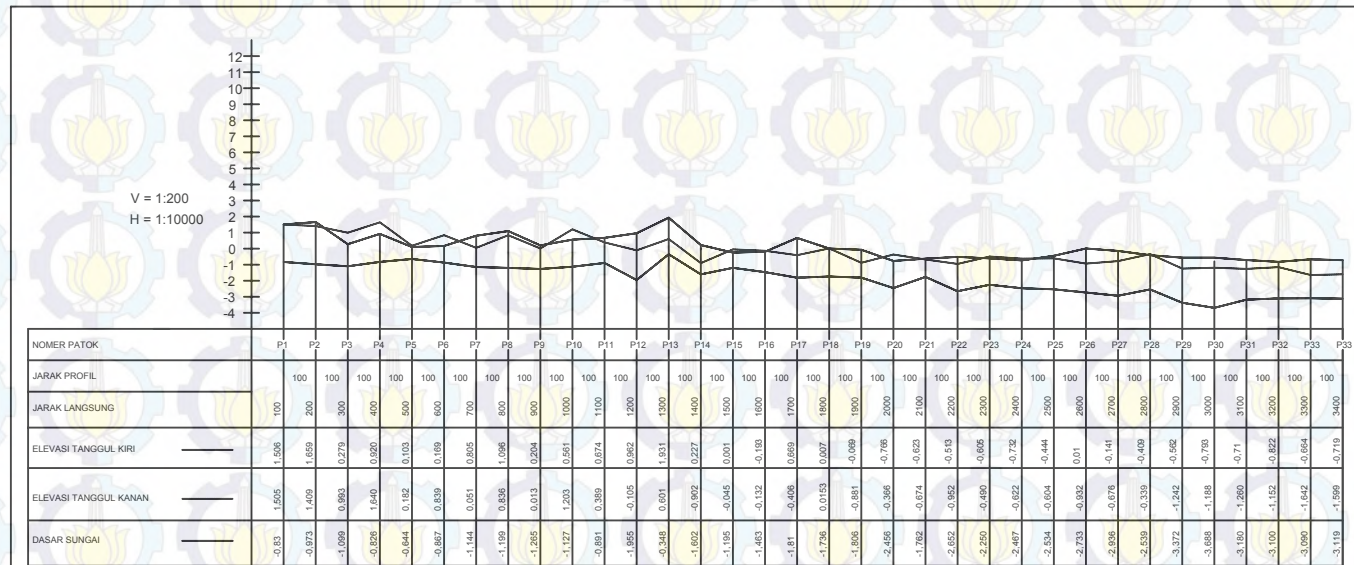
Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.  
NIP.19600517 198903 1 002

JUMLAH GBR	NOMOR GBR.
15	14

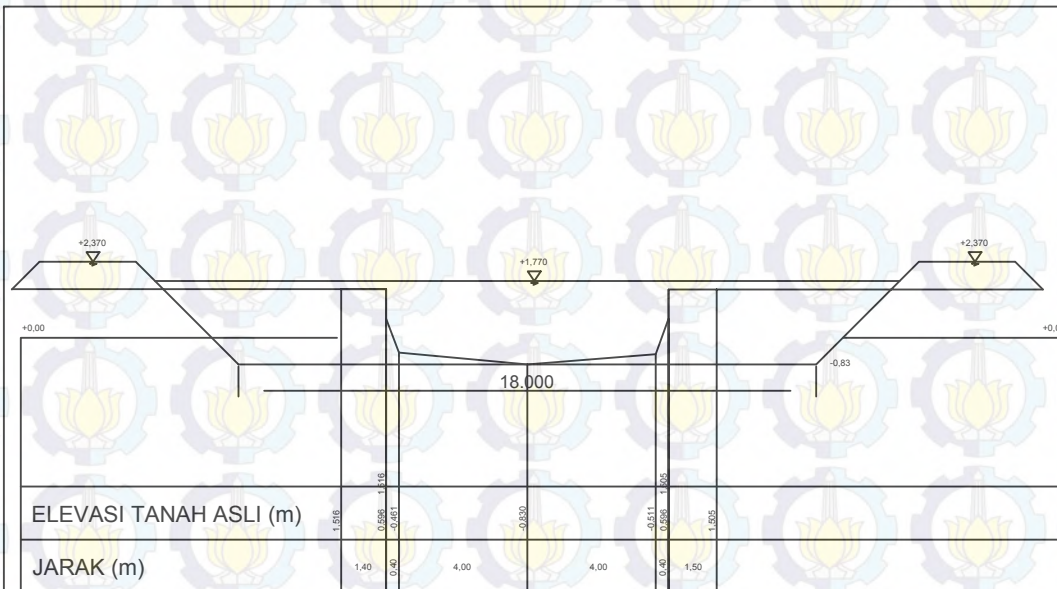








PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2015	NAMA GAMBAR	SKALA	1. DIEGA HANANDA ZIANTONO 3112030005  2. PERMATA PRAMESWARI 3112030052	Ir. Irmel Sa'ud, M.M.T. NIP.19600517 198903 1 002	JUMLAH GBR.	NOMOR GBR.
	LONG SECTION KALI BALONG				1	1



P 1



PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2015

NAMA GAMBAR

CROSS SECTION KALI BALONG

BENTUK

SKALA

1 : 100

NAMA MAHASISWA

1. DIEGA HANANDA ZIANTONO  
3112030005

2. PERMATA PRAMESWARI  
3112030052

NAMA DOSEN PEMBIMBING

Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.  
NIP.19600517 198903 1 002

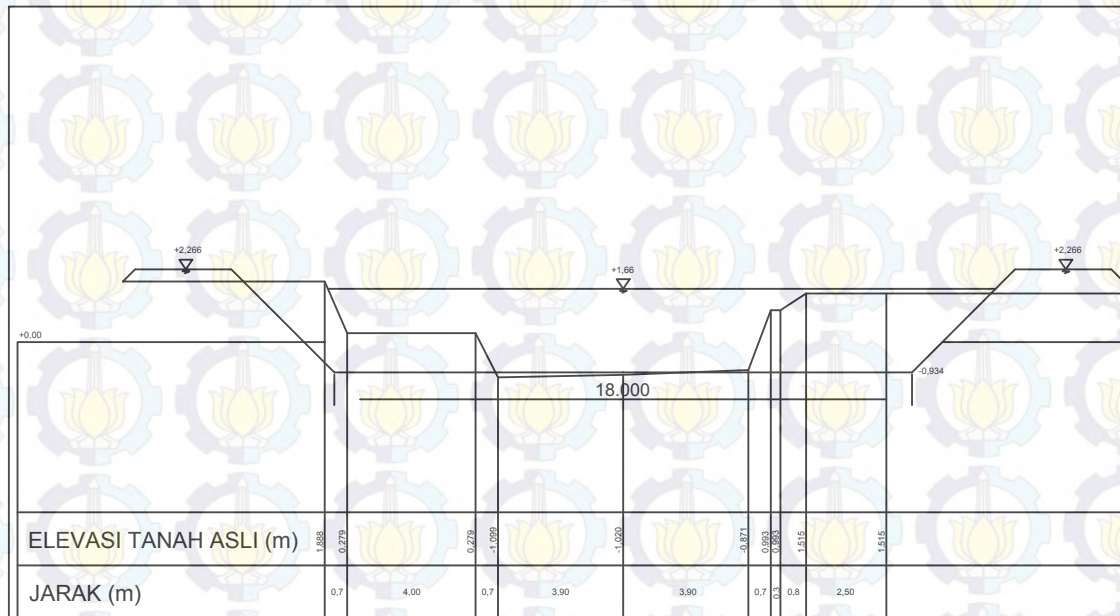
JUMLAH GBR.

NOMOR GBR.

17

1





P 3



PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2015

NAMA GAMBAR

CROSS SECTION KALI BALONG

BENTUK

SKALA

1 : 100

NAMA MAHASISWA

1. DIEGA HANANDA ZIANTONO  
3112030005

2. PERMATA PRAMESWARI  
3112030052

NAMA DOSEN PEMBIMBING

Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.  
NIP.19600517 198903 1 002

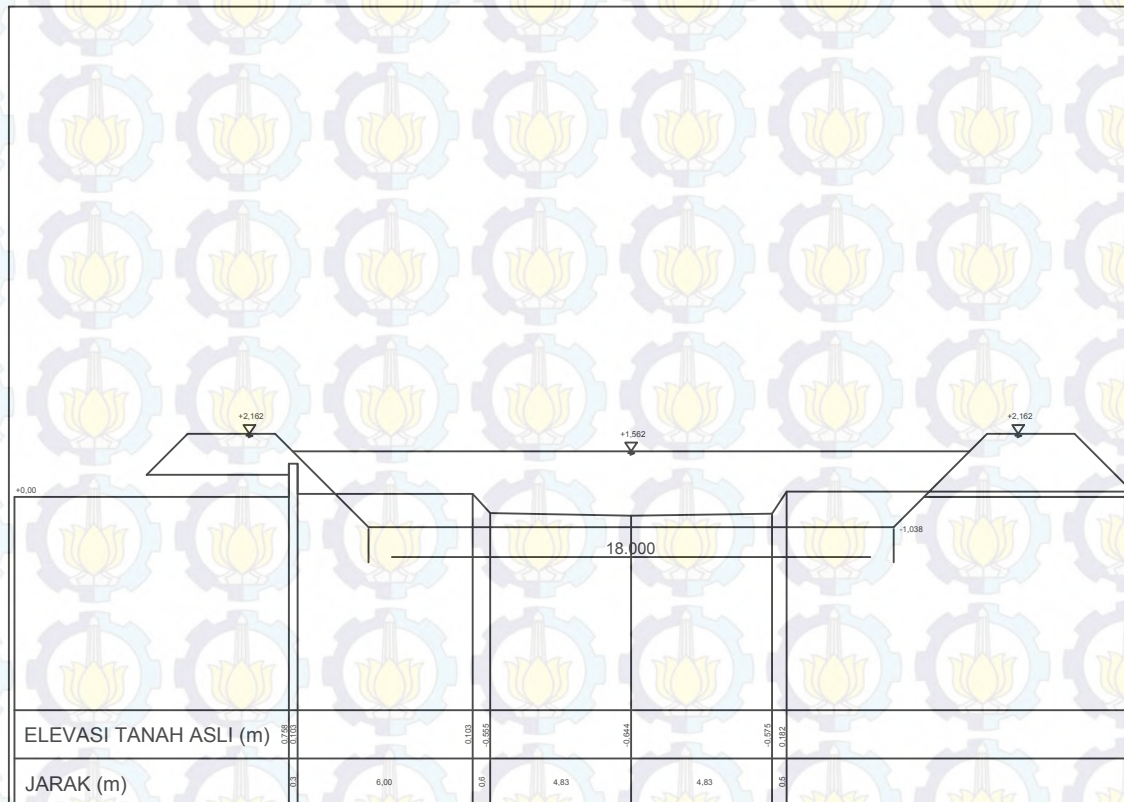
JUMLAH GBR.

NOMOR GBR.

17

2





PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2015

NAMA GAMBAR

CROSS SECTION KALI BALONG

BENTUK

SKALA

1 : 100

NAMA MAHASISWA

1. DIEGA HANANDA ZIANTONO  
3112030005

2. PERMATA PRAMESWARI  
3112030052

NAMA DOSEN PEMBIMBING

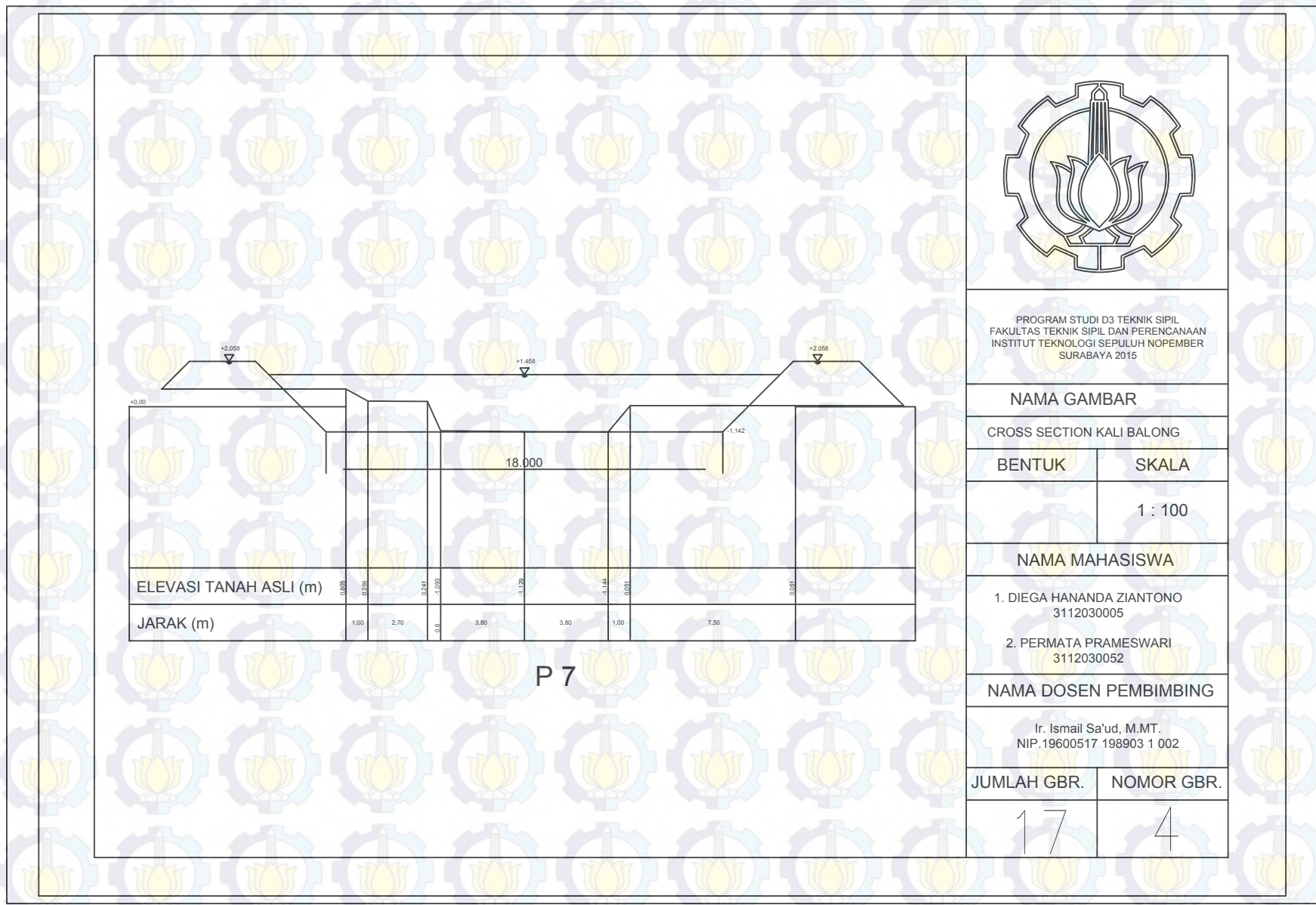
Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.  
NIP.19600517 198903 1 002

JUMLAH GBR.

NOMOR GBR.

17

3



PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2015

NAMA GAMBAR

CROSS SECTION KALI BALONG

BENTUK

SKALA

1 : 100

NAMA MAHASISWA

1. DIEGA HANANDA ZIANTONO  
3112030005

2. PERMATA PRAMESWARI  
3112030052

NAMA DOSEN PEMBIMBING

Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.  
NIP.19600517 198903 1 002

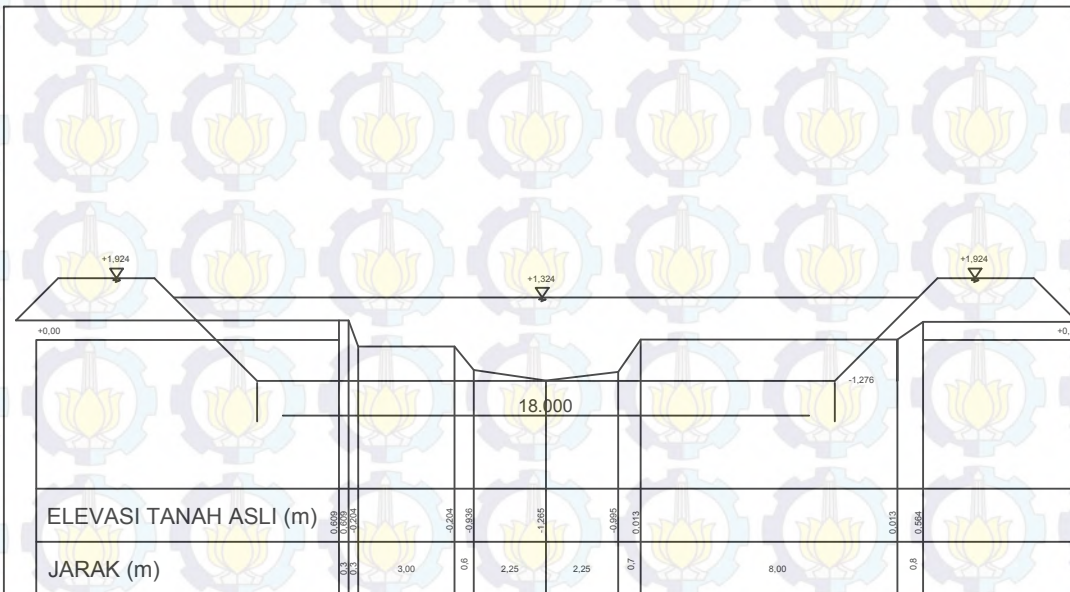
JUMLAH GBR.

NOMOR GBR.

17

4





P 9



PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2015

NAMA GAMBAR

CROSS SECTION KALI BALONG

BENTUK

SKALA

1 : 100

NAMA MAHASISWA

1. DIEGA HANANDA ZIANTONO  
3112030005

2. PERMATA PRAMESWARI  
3112030052

NAMA DOSEN PEMBIMBING

Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.  
NIP.19600517 198903 1 002

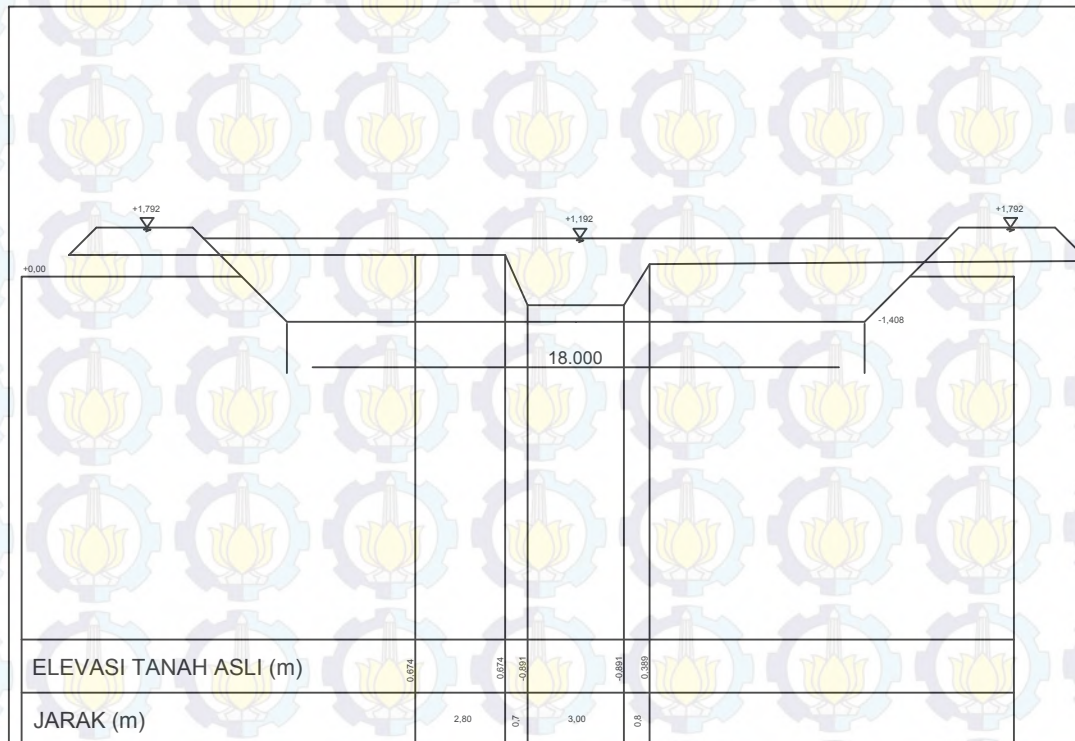
JUMLAH GBR.

NOMOR GBR.

17

5





P 11



PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2015

NAMA GAMBAR

CROSS SECTION KALI BALONG

BENTUK

SKALA

1 : 100

NAMA MAHASISWA

1. DIEGA HANANDA ZIANTONO  
3112030005

2. PERMATA PRAMESWARI  
3112030052

NAMA DOSEN PEMBIMBING

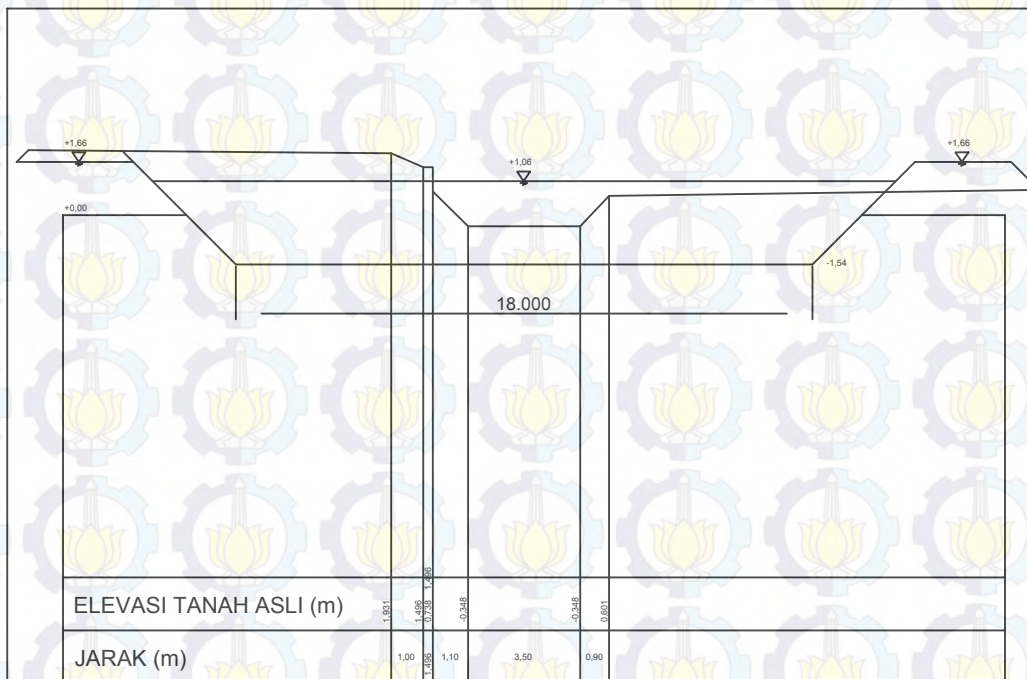
Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.  
NIP.19600517 198903 1 002

JUMLAH GBR.

NOMOR GBR.

17

6



P 13



PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2015

NAMA GAMBAR

CROSS SECTION KALI BALONG

BENTUK

SKALA

1 : 100

NAMA MAHASISWA

1. DIEGA HANANDA ZIANTONO  
3112030005

2. PERMATA PRAMESWARI  
3112030052

NAMA DOSEN PEMBIMBING

Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.  
NIP.19600517 198903 1 002

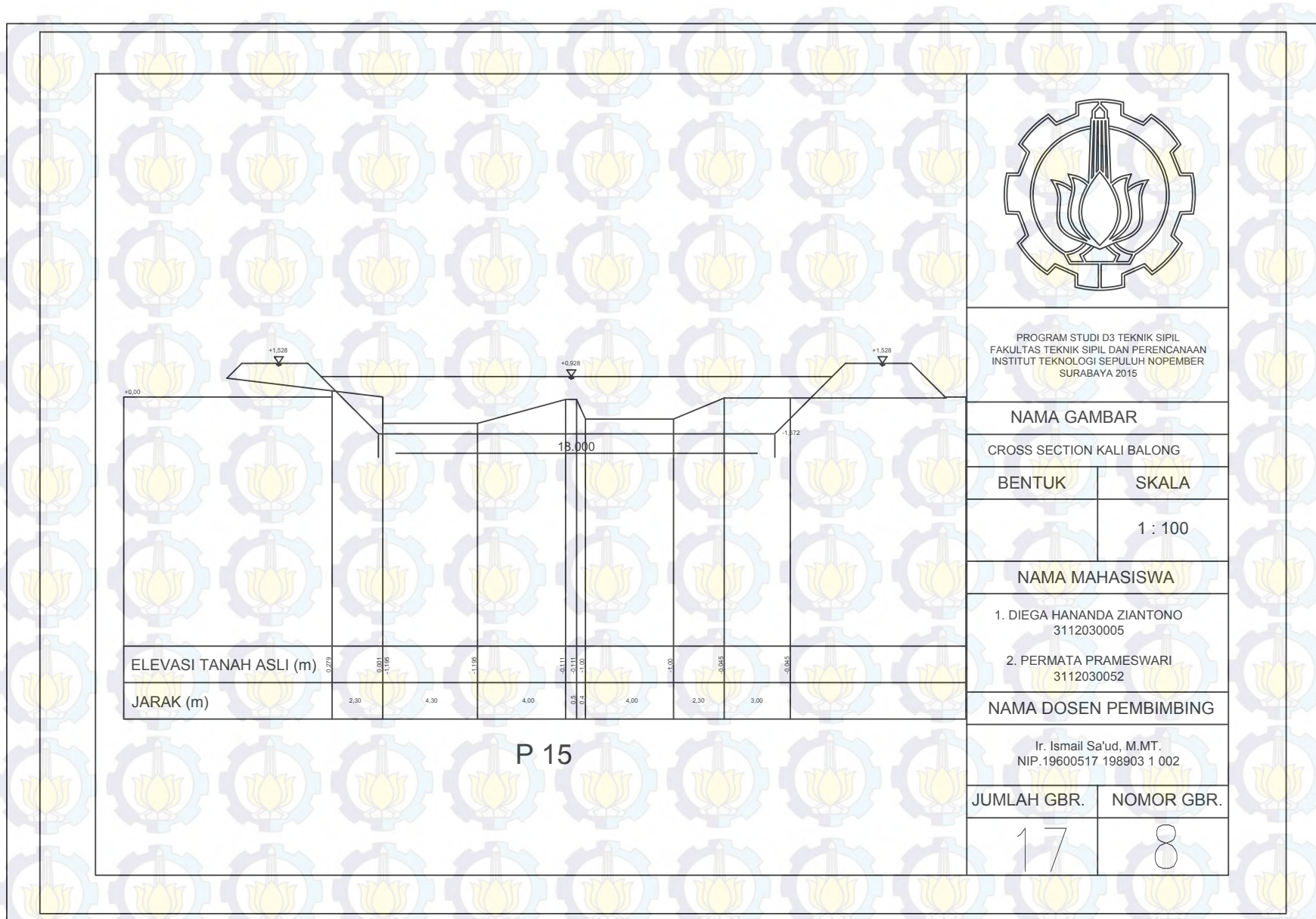
JUMLAH GBR.

NOMOR GBR.

17

7





P 15



PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2015

NAMA GAMBAR

CROSS SECTION KALI BALONG

BENTUK

SKALA

1 : 100

NAMA MAHASISWA

1. DIEGA HANANDA ZIANTONO  
3112030005

2. PERMATA PRAMESWARI  
3112030052

NAMA DOSEN PEMBIMBING

Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.  
NIP.19600517 198903 1 002

JUMLAH GBR.

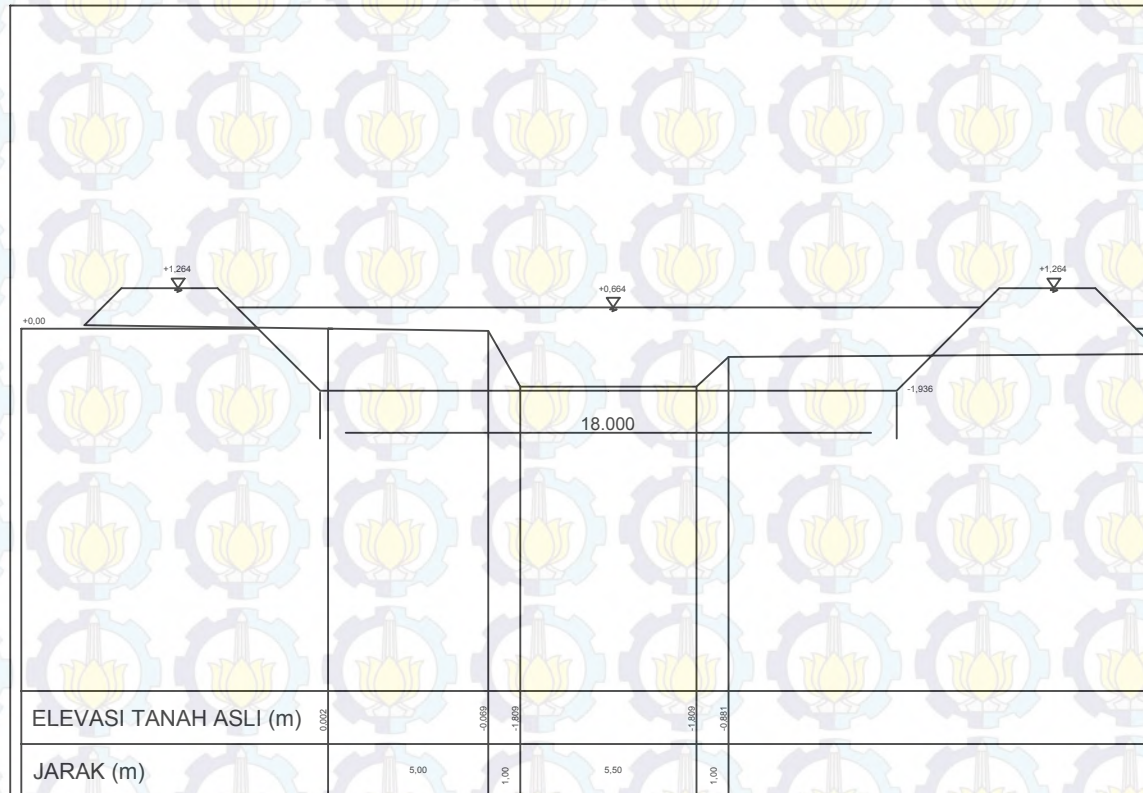
NOMOR GBR.

17

8







PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2015

NAMA GAMBAR

CROSS SECTION KALI BALONG

BENTUK

SKALA

1 : 100

NAMA MAHASISWA

1. DIEGA HANANDA ZIANTONO  
3112030005

2. PERMATA PRAMESWARI  
3112030052

NAMA DOSEN PEMBIMBING

Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.  
NIP.19600517 198903 1 002

JUMLAH GBR.

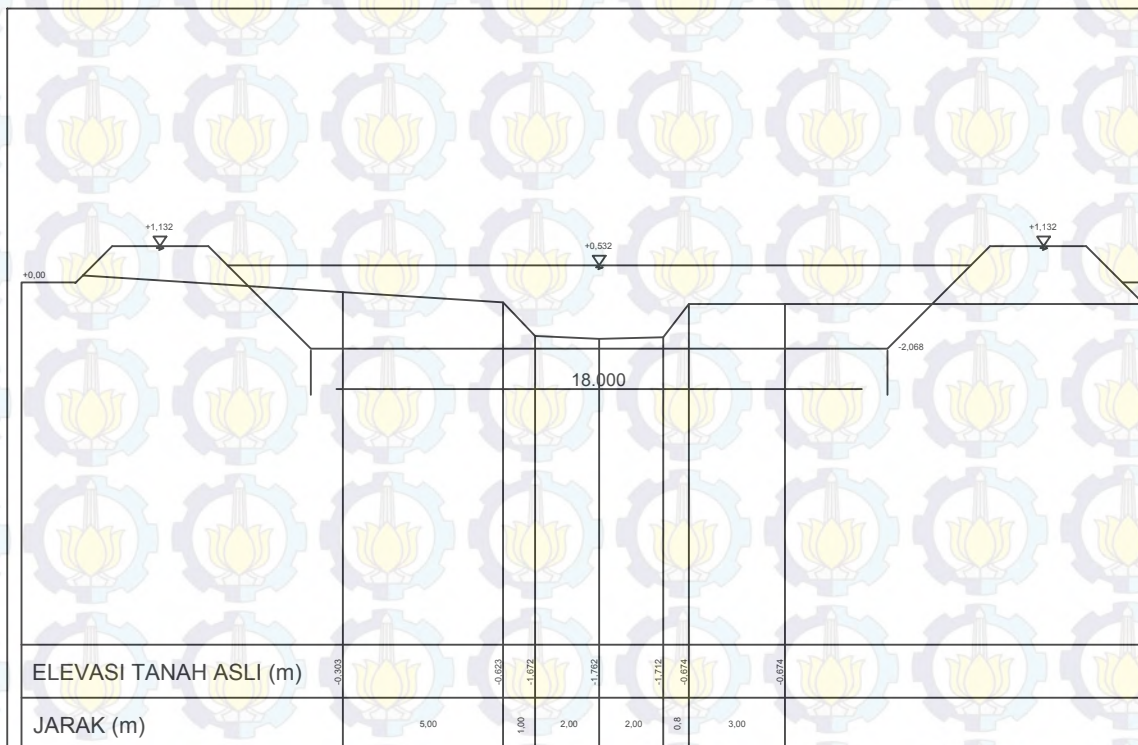
NOMOR GBR.

17

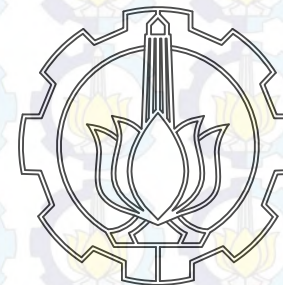
10

P 19





P 21



PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2015

NAMA GAMBAR

CROSS SECTION KALI BALONG

BENTUK

SKALA

1 : 100

NAMA MAHASISWA

1. DIEGA HANANDA ZIANTONO  
3112030005

2. PERMATA PRAMESWARI  
3112030052

NAMA DOSEN PEMBIMBING

Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.  
NIP.19600517 198903 1 002

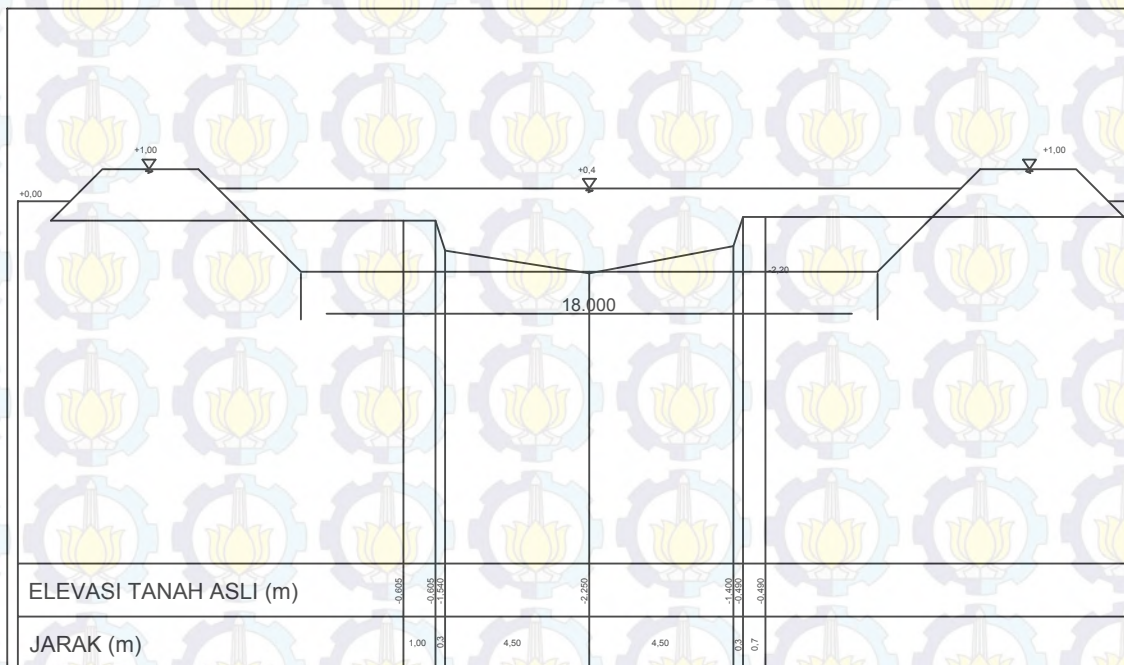
JUMLAH GBR.

NOMOR GBR.

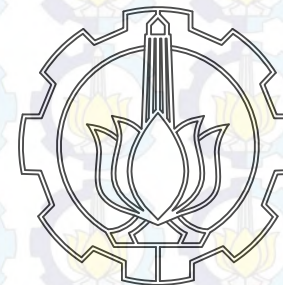
17

11





P 23



PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2015

NAMA GAMBAR

CROSS SECTION KALI BALONG

BENTUK

SKALA

1 : 100

NAMA MAHASISWA

1. DIEGA HANANDA ZIANTONO  
3112030005

2. PERMATA PRAMESWARI  
3112030052

NAMA DOSEN PEMBIMBING

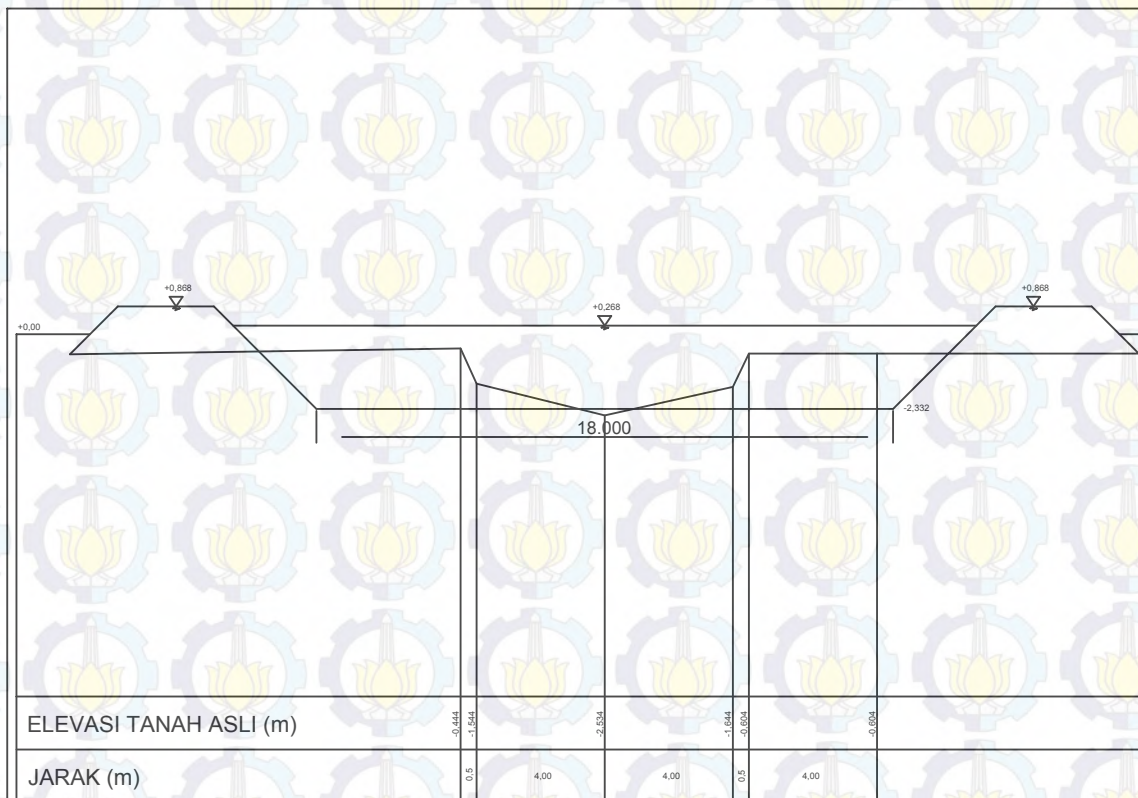
Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.  
NIP.19600517 198903 1 002

JUMLAH GBR.

NOMOR GBR.

17

12



P 25



PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2015

NAMA GAMBAR

CROSS SECTION KALI BALONG

BENTUK

SKALA

1 : 100

NAMA MAHASISWA

1. DIEGA HANANDA ZIANTONO  
3112030005

2. PERMATA PRAMESWARI  
3112030052

NAMA DOSEN PEMBIMBING

Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.  
NIP.19600517 198903 1 002

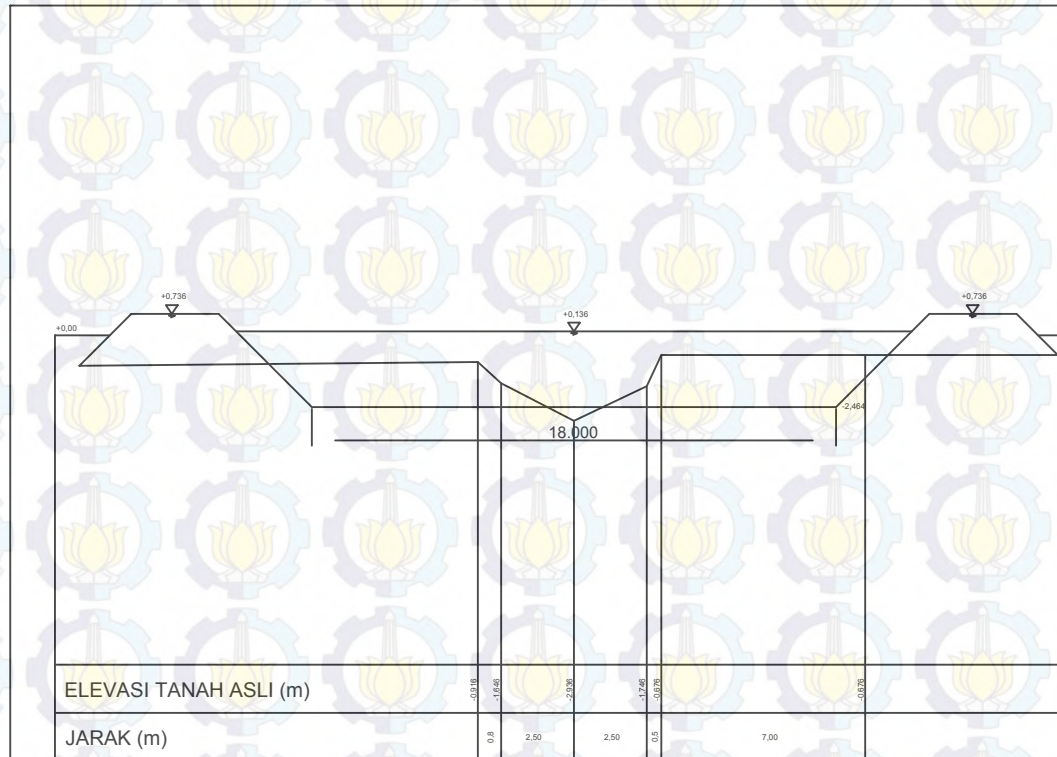
JUMLAH GBR.

NOMOR GBR.

17

13





P 27



PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2015

NAMA GAMBAR

CROSS SECTION KALI BALONG

BENTUK

SKALA

1 : 100

NAMA MAHASISWA

1. DIEGA HANANDA ZIANTONO  
3112030005

2. PERMATA PRAMESWARI  
3112030052

NAMA DOSEN PEMBIMBING

Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.  
NIP.19600517 198903 1 002

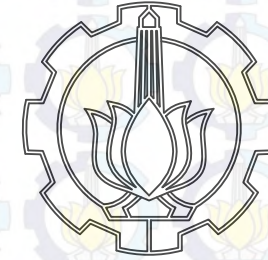
JUMLAH GBR.

NOMOR GBR.

17

14





PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2015

NAMA GAMBAR

CROSS SECTION KALI BALONG

BENTUK

SKALA

1 : 100

NAMA MAHASISWA

1. DIEGA HANANDA ZIANTONO  
3112030005

2. PERMATA PRAMESWARI  
3112030052

NAMA DOSEN PEMBIMBING

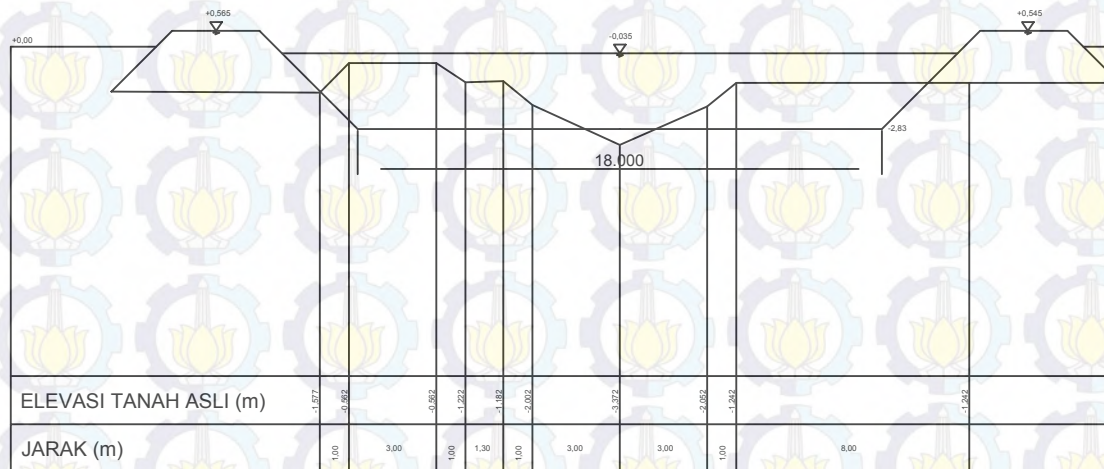
Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.  
NIP.19600517 198903 1 002

JUMLAH GBR.

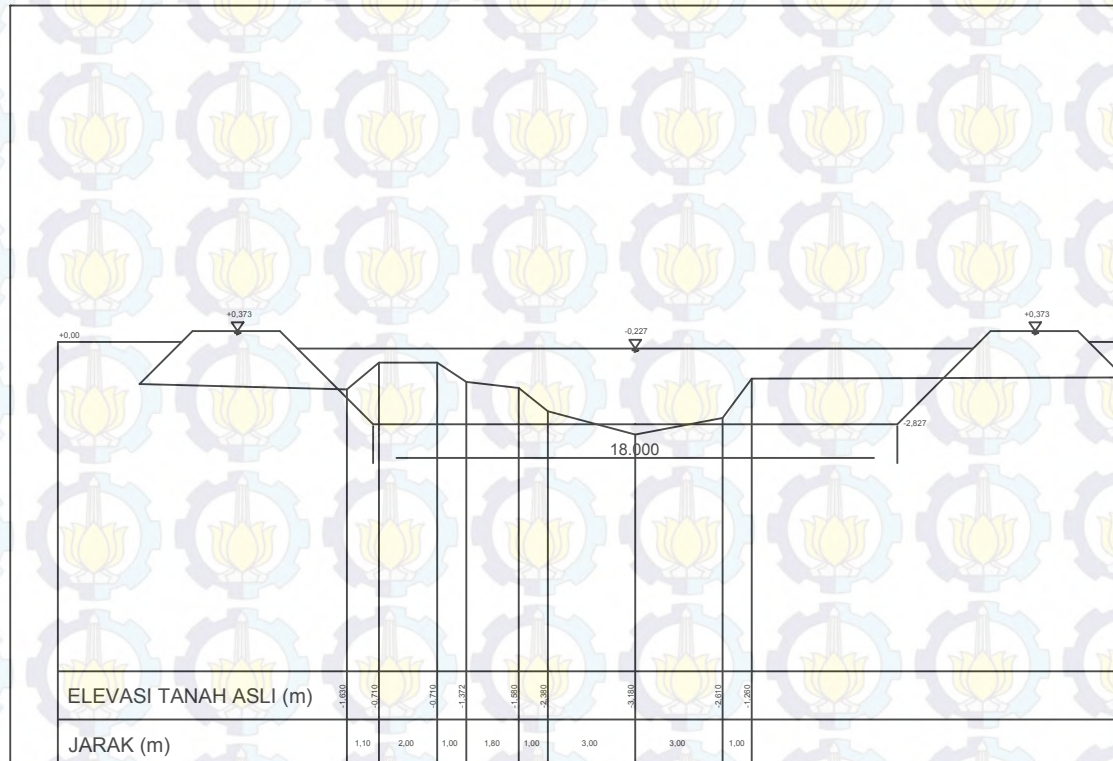
NOMOR GBR.

17

15



P 29



P 31



PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2015

NAMA GAMBAR

CROSS SECTION KALI BALONG

BENTUK

SKALA

1 : 100

NAMA MAHASISWA

1. DIEGA HANANDA ZIANTONO  
3112030005

2. PERMATA PRAMESWARI  
3112030052

NAMA DOSEN PEMBIMBING

Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.  
NIP.19600517 198903 1 002

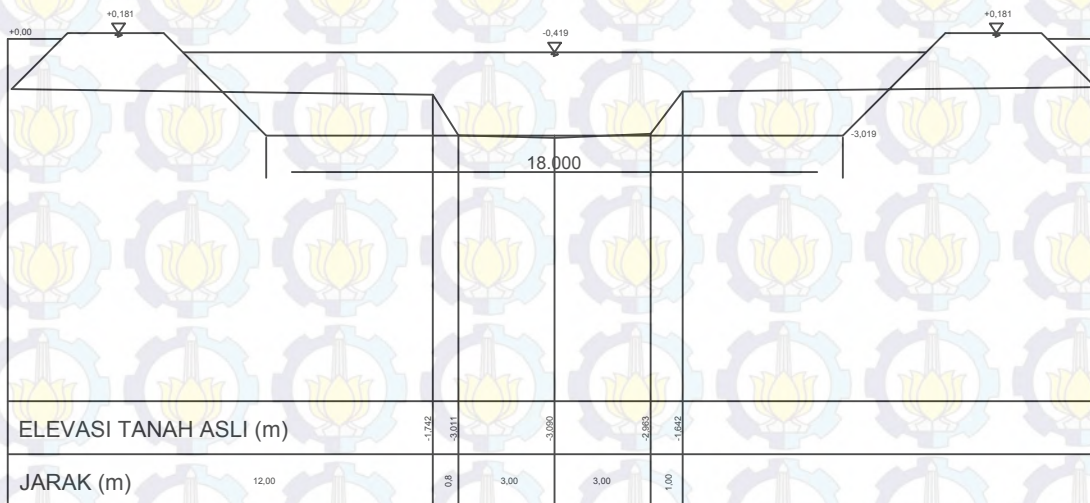
JUMLAH GBR.

NOMOR GBR.

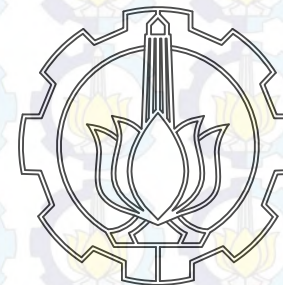
17

16





P 33



PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2015

NAMA GAMBAR

CROSS SECTION KALI BALONG

BENTUK

SKALA

1 : 100

NAMA MAHASISWA

1. DIEGA HANANDA ZIANTONO  
3112030005

2. PERMATA PRAMESWARI  
3112030052

NAMA DOSEN PEMBIMBING

Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.  
NIP.19600517 198903 1 002

JUMLAH GBR.

NOMOR GBR.

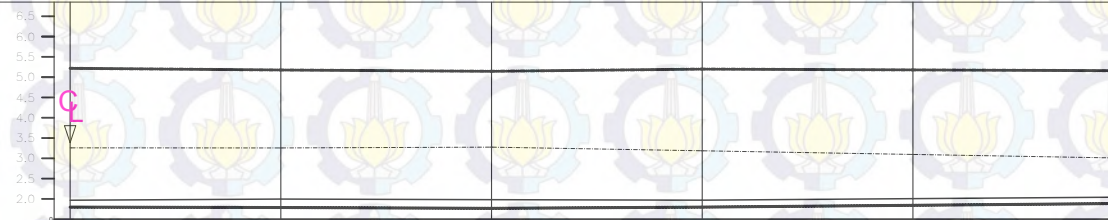
17

17



KM 2+000 S/D KM 2+200

GAMBAR SITUASI DAN LONG SECTION



DATUM : -1.0 m MSL										
ELEVASI TANAH ASLI	2000.00	2.18	2050.00	2.17	2100.00	2.15	2150.00	2.20	2200.00	2.63
JARAK PATOK (M)	50		50		50		50		50	
JARAK DARI CENTERLINE (M)	2000.00		2050.00		2100.00		2150.00		2200.00	
ELEVASI TANGGUL	5.16		5.22		4.89		5.41		5.22	
ELEVASI MUKA AIR	3.64		3.62		3.64		3.55		3.46	
ELEVASI SEDIMEN	2.35		2.62		2.48		2.36		2.72	

SKALA:

PETA SITUASI  
1:100

POTONGAN MEMANJANG  
1:100



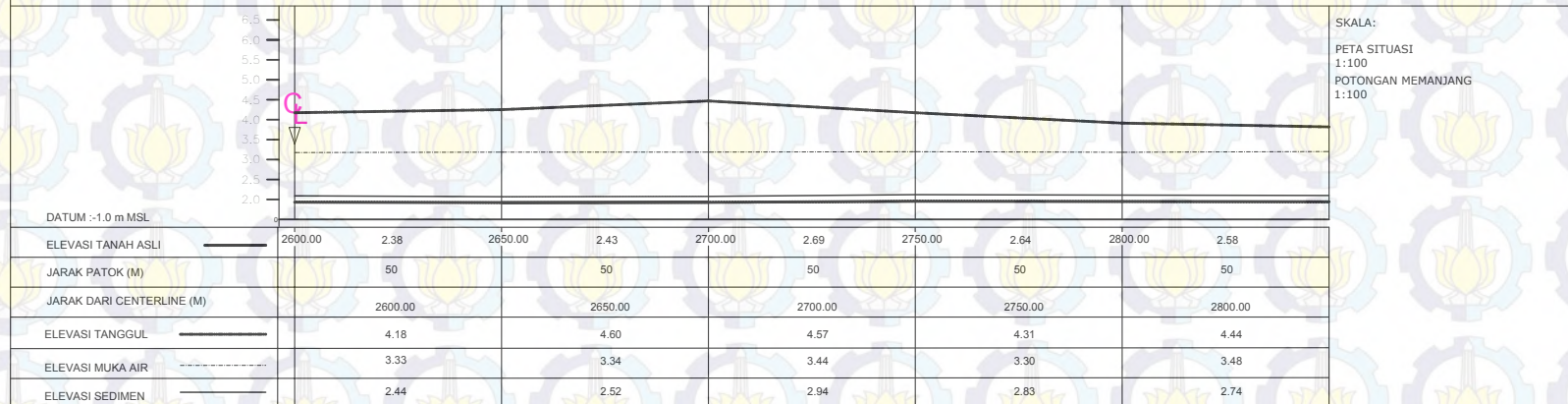
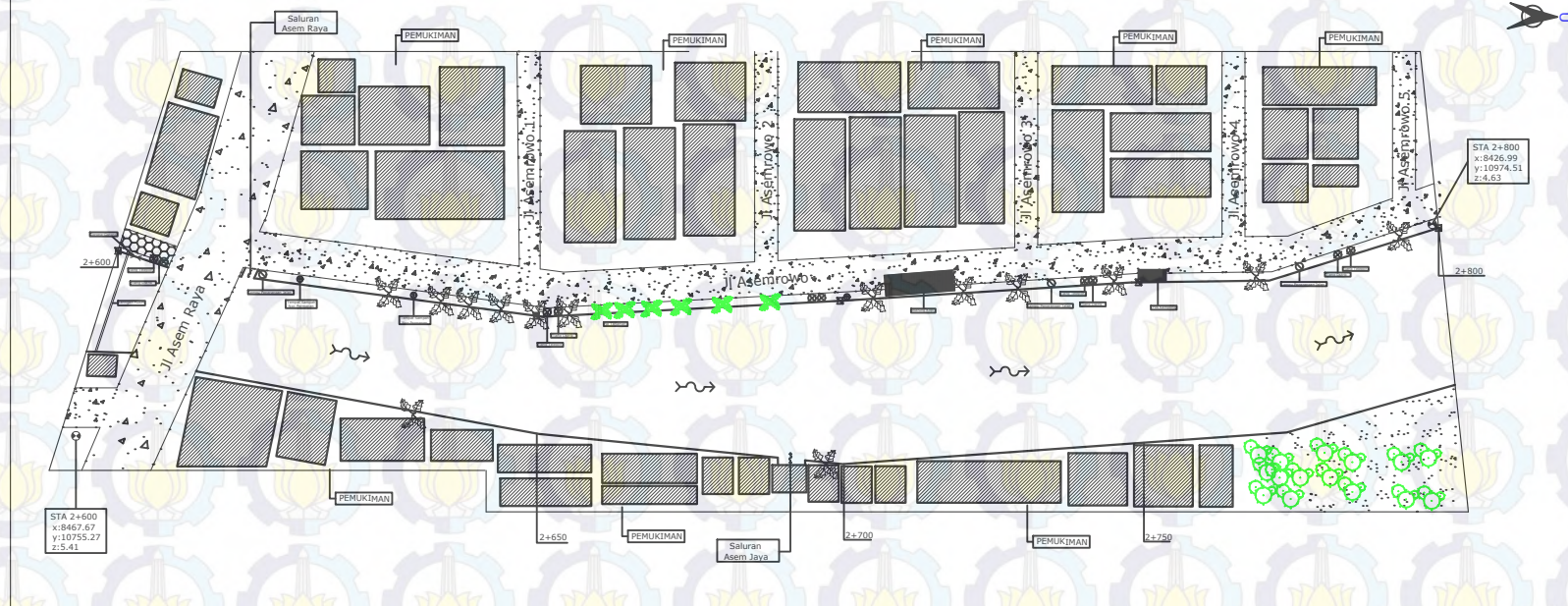


PEMERINTAH KOTA SURABAYA  
DINAS PU BINA MARGA DAN PEMATUSAN

NOMOR LEMBAR KARTU LEGER SALURAN  
0 2 6 0 0 1 0 2 8 0 0 1 0 0 4

KM 2+600 S/D KM 2+800

GAMBAR SITUASI DAN LONG SECTION



SKALA:

PETA SITUASI  
1:100

POTONGAN MEMANJANG  
1:100



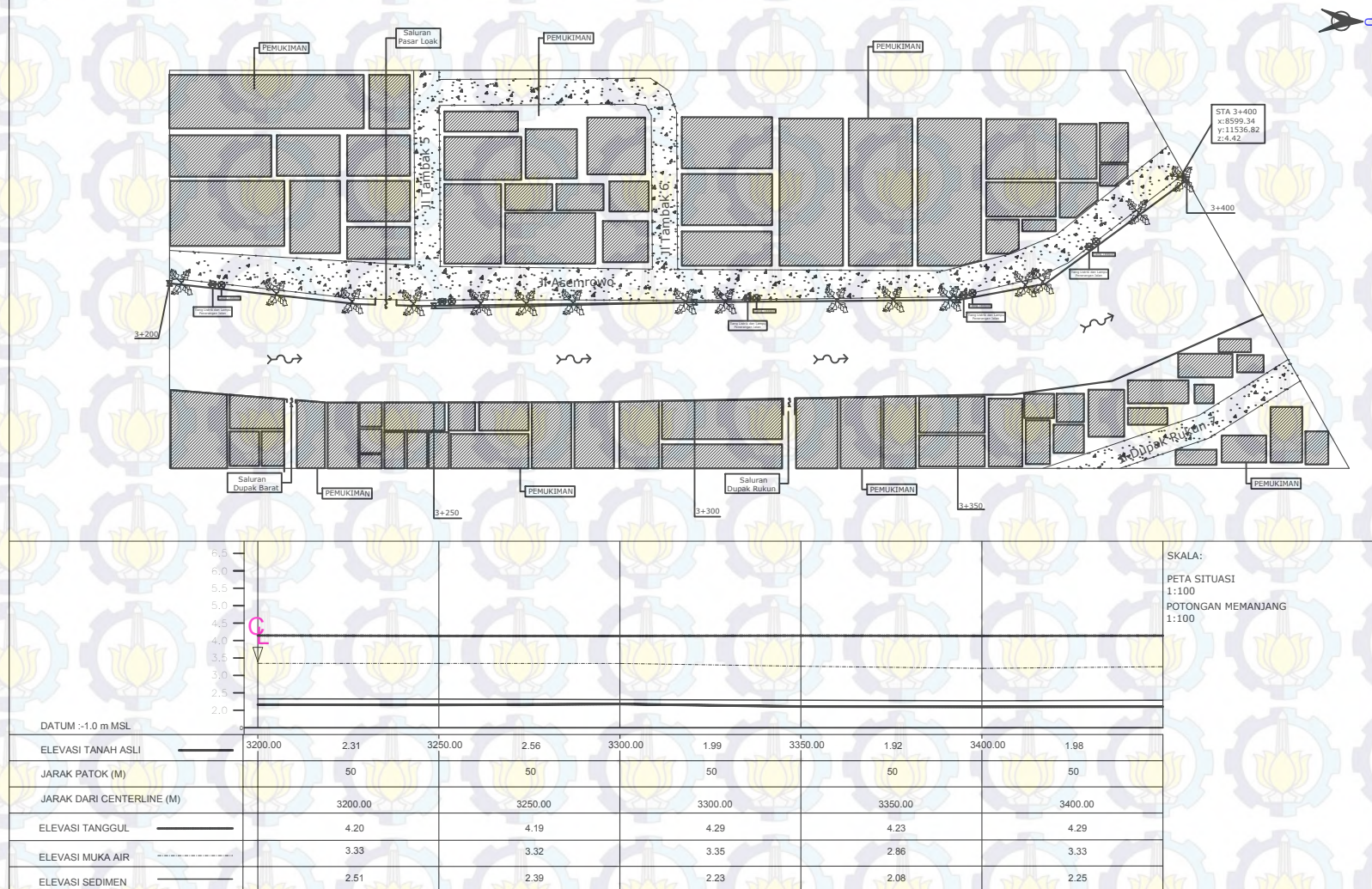


PEMERINTAH KOTA SURABAYA  
DINAS PU BINA MARGA DAN PEMATUSAN

NOMOR LEMBAR KARTU LEGER SALURAN  
0 0 2 0 0 0 0 0 3 4 0 0 0 0 4

KM 3+200 S/D KM 3+400

GAMBAR SITUASI DAN LONG SECTION





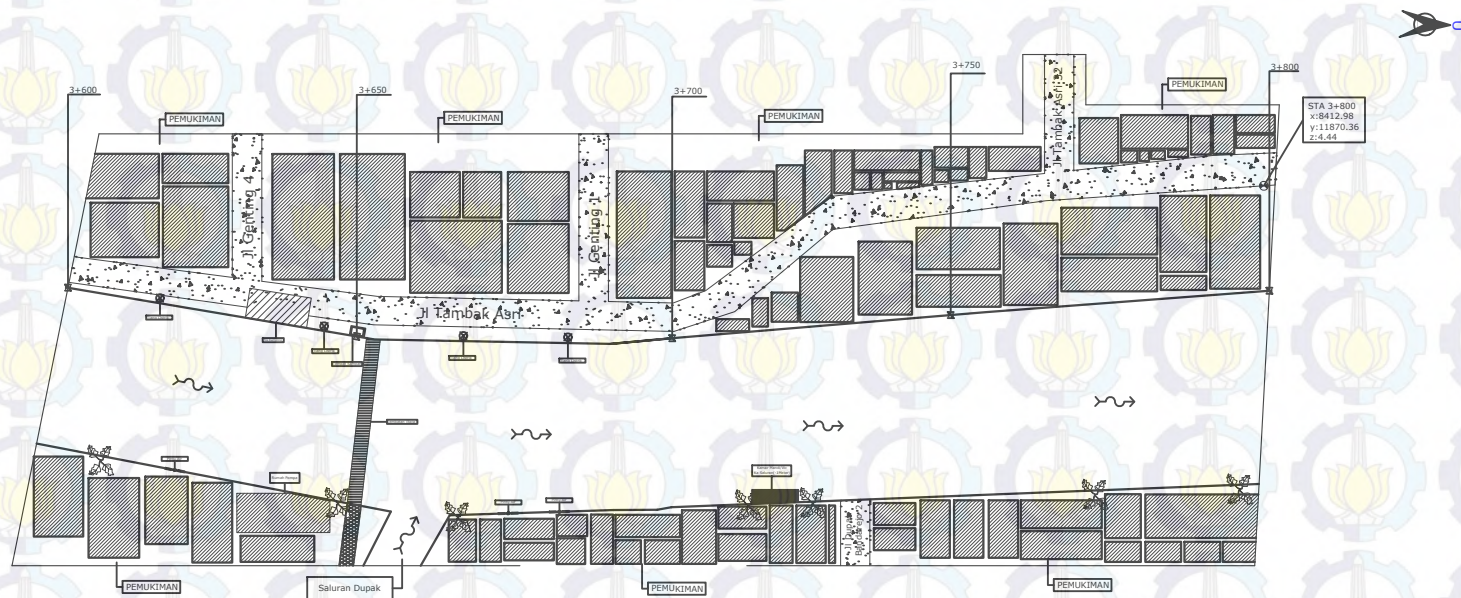


PEMERINTAH KOTA SURABAYA  
DINAS PU BINA MARGA DAN PEMATUSAN

NOMOR LEMBAR KARTU LEGER SALURAN  
0 3 6 0 0 1 0 3 8 0 0 0 0 4

KM 3+600 S/D KM 3+800

GAMBAR SITUASI DAN LONG SECTION



										
DATUM :-1.0 m MSL	3600.00	1.75	3650.00	1.72	3700.00	1.66	3750.00	1.60	3800.00	1.54
ELEVASI TANAH ASLI										
JARAK PATOK (M)		50		50		50		50		50
JARAK DARI CENTERLINE (M)		3600.00		3650.00		3700.00		3750.00		3800.00
ELEVASI TANGGUL		4.77		4.88		4.36		3.92		3.95
ELEVASI MUKA AIR		3.27		3.27		3.25		3.21		3.24
ELEVASI SEDIMEN		1.96		1.88		1.92		1.88		1.79

SKALA:

PETA SITUASI  
1:100

POTONGAN MEMANJANG  
1:100



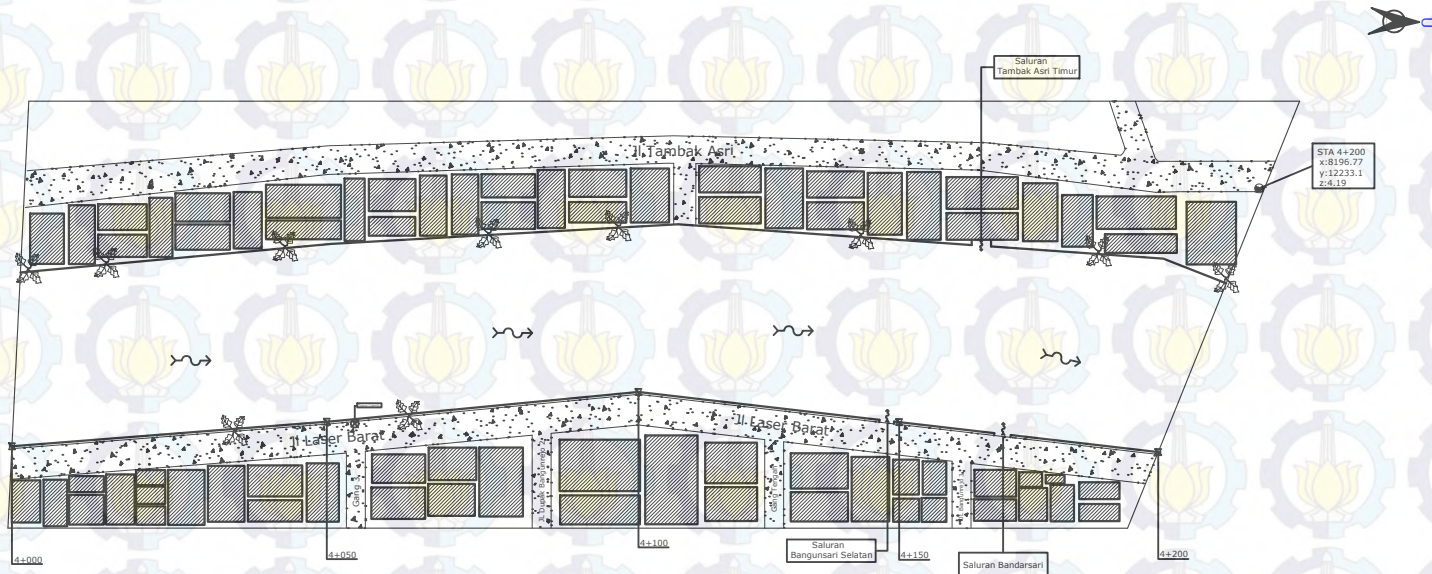


PEMERINTAH KOTA SURABAYA  
DINAS PU BINA MARGA DAN PEMATUSAN

NOMOR LEMBAR KARTU LEGER SALURAN  
0 4 0 0 0 0 0 0 0 4 2 0 0 0 0 4

KM 4+000 S/D KM 4+200

GAMBAR SITUASI DAN LONG SECTION



STA 4+200  
x:8196.77  
y:12233.1  
z:4.19

5.5  
5.0  
4.5  
4.0  
3.5  
3.0  
2.5  
2.0  
0

DATUM : -1.0 m MSL

ELEVASI TANAH ASLI	4000.00	1.29	4050.00	1.23	4100.00	1.17	4150.00	1.11	4200.00	1.05
JARAK PATOK (M)	50		50		50		50		50	
JARAK DARI CENTERLINE (M)		4000.00		4050.00		4100.00		4150.00		4200.00
ELEVASI TANGGUL		3.98		3.99		3.92		3.88		3.96
ELEVASI MUKA AIR		3.17		3.16		3.20		3.18		3.16
ELEVASI SEDIMEN		1.59		1.53		1.49		1.38		1.29

SKALA:

PETA SITUASI

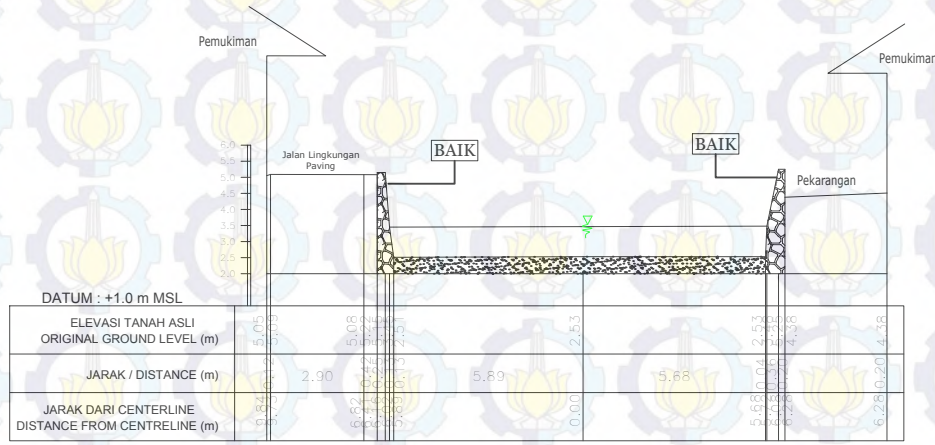
1:100

POTONGAN MEMANJANG

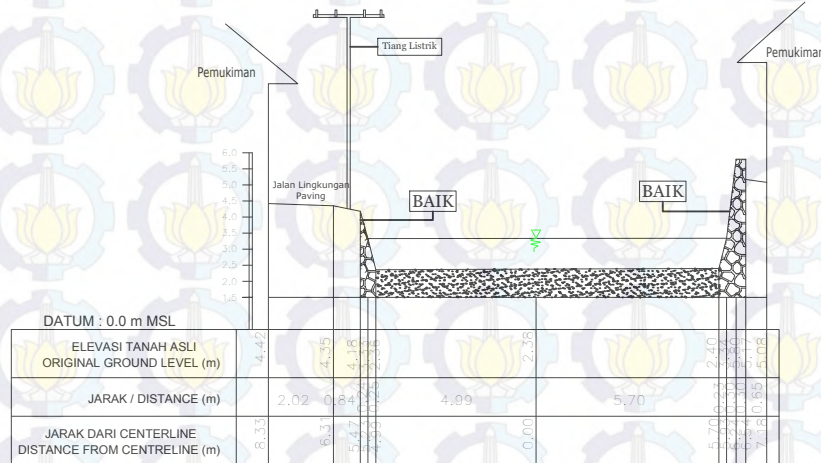
1:100



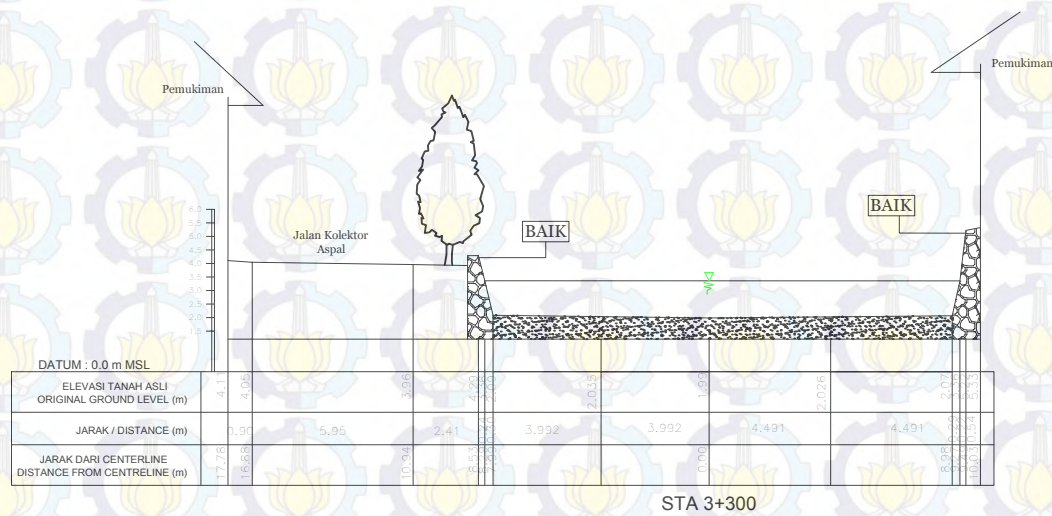
PEMERINTAH KOTA SURABAYA  
DINAS PU BINA MARGA DAN PEMATUSAN







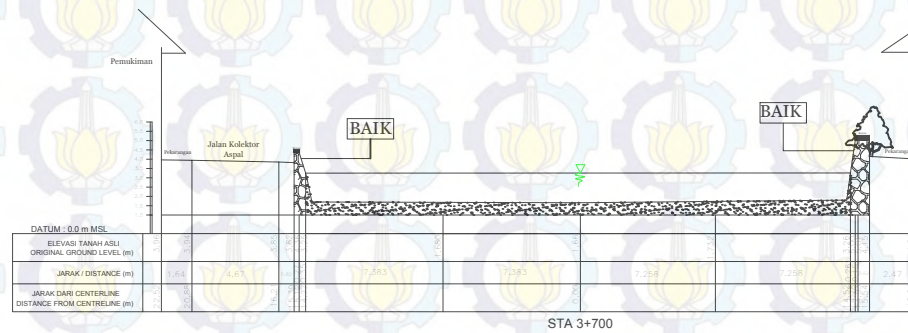
STA 2+600







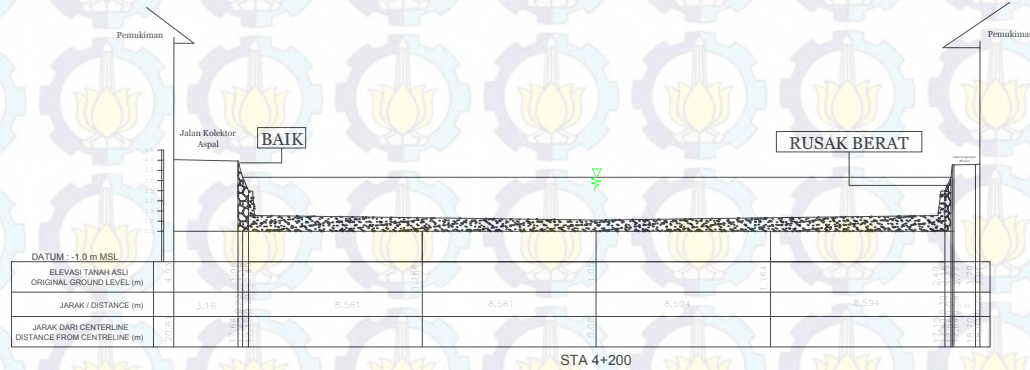
PEMERINTAH KOTA SURABAYA  
DINAS PU BINA MARGA DAN PEMATUSAN



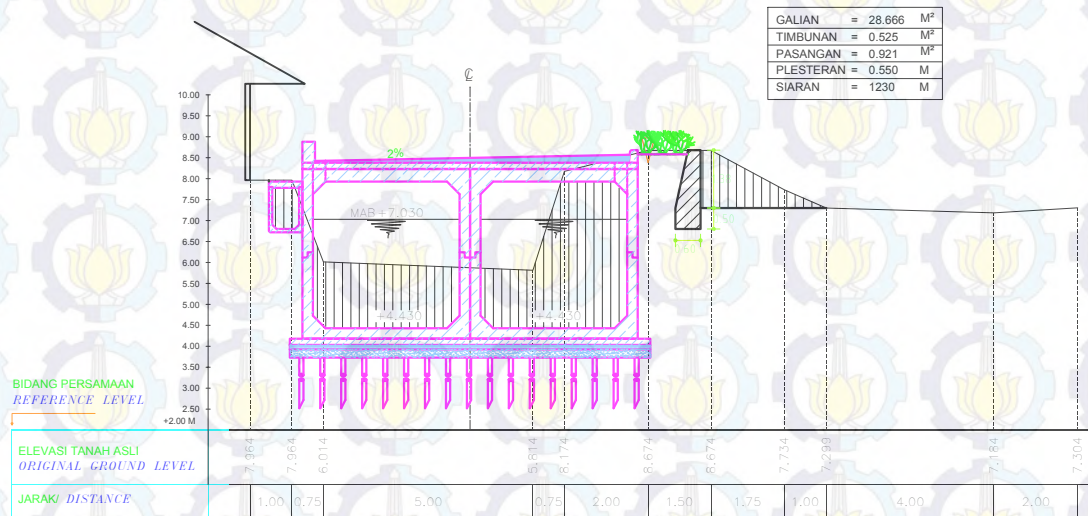




PEMERINTAH KOTA SURABAYA  
DINAS PU BINA MARGA DAN PEMATUSAN



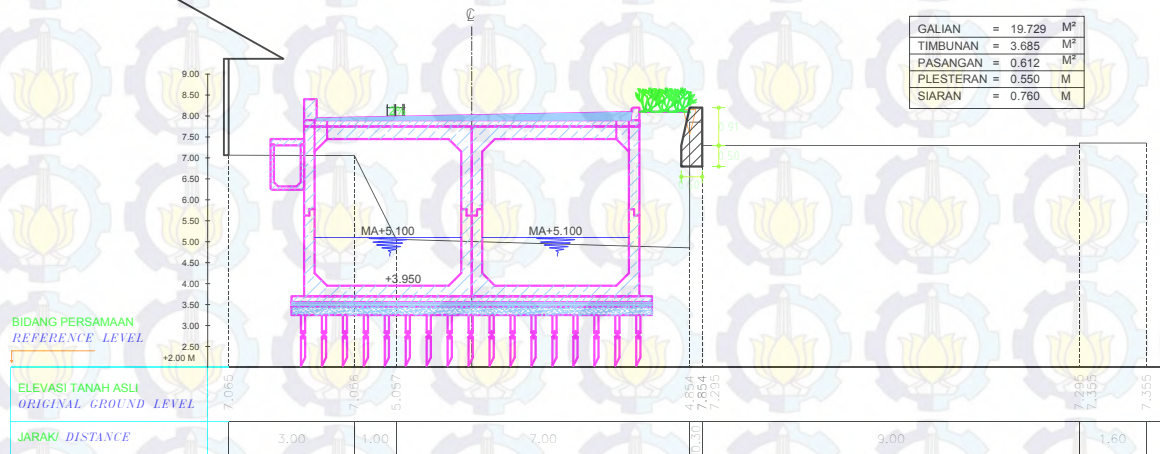
STA 4+200



P.57

TGL	REVISI	T. TANGAN
<b>PEMERINTAH KOTA SURABAYA</b> <b>DINAS PEKERJAAN UMUM BINA MARGA DAN PENANJARAN</b> BIDANG PERENCANAAN DAN PEMANFAATAN		
DANA APBD ( PENDAPATAN DAERAH )		
TAHUN ANGGARAN 2010		
NAMA KEGIATAN		
PEMBANGUNAN SALURAN DRAINASE / GORONG-GORONG		
PAKET PEKERJAAN		
PEMBANGUNAN BOX CULVERT TYPE 1 SALURAN BANYU URIP (AFVOUR SIMO - DARMO SATELIT )		
GAMBAR	SKALA	
POTONGAN MELINTANG CROSS SECTION ( P.56 - P.58+50 )	Skala Horizontal 1 : 100 Skala Vertikal 1 : 100	
PENGUNA JASA	TGL	T. TANGAN
PT. KAPAL BANG Perencanaan dan Konstruksi Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga dan Perumahan Kota Surabaya R. SRI MULYONO, MM Pemimpin R & D NIP. 19542203 198401 1 001		
PENYEDIA JASA	TGL	T. TANGAN
CV. CIPTA SURAMADU CONSULTANT SELAMU KONSULTAN PERENCANA		
TAUFIK HIDAYAT, ST Designer		
KONSULTAN PERENCANA TEKNIK		
<b>CV. CIPTA SURAMADU CONSULTANT</b> Engineering & Management consultant Office : J. Buntu 11 Surab - Bangkara Contact Person : S. Satrio, Head Office, Surab - Bangkara 1 0 01 Surabaya 60139 E Mail : cipta@suramadu.co.id		
DIGAMBAR	PERENCANA	
AKHMAH MASYHUDI	I. SISIMANTO	
Kode Gambar	No. Lembar	Jml. Lembar





GALIAN	=	19.729	M <sup>3</sup>
TIMBUNAN	=	3.685	M <sup>3</sup>
PASANGAN	=	0.612	M <sup>3</sup>
PLESTERAN	=	0.550	M
SIARAN	=	0.760	M

TGL	REVISI	T. TANGAN
-----	--------	-----------

PEMERINTAH KOTA SURABAYA  
DINAS PEKERJAAN UMUM BINA MARGA DAN PEMUTUSAN  
BIDANG PERANCANGAN DAN PEMANFAATAN

DANA APBD (PENDAPATAN DAERAH)  
TAHUN ANGGARAN 2010

NAMA KEGIATAN

PEMBANGUNAN SALURAN  
DRAINASE / GORONG-GORONG

PAKET PEKERJAAN

PEMBANGUNAN BOX CULVERT  
TYPE 1 SALURAN BANYU URIP  
(AFVOUR SIMO - DARMO SATELIT)

GAMBAR	SKALA
POTONGAN MELINTANG CROSS SECTION (P.66+24 - P.67+50)	Skala Horizontal 1 : 100 Skala Vertikal 1 : 100

PENGUNA JASA	TGL	T. TANGAN
--------------	-----	-----------

Pt. Kapsa Bang  
Perencanaan dan Konstruksi  
Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga dan Pemukiman  
Kota Surabaya

**IR. SRI MULYONO, MM**  
Pemimpin Teknis  
NIP. 19540203 198403 1 001

PENYEDIA JASA	TGL	T. TANGAN
---------------	-----	-----------

CV. CIPTA SURAMADU CONSULTANT  
SEKELAH KONSULTAN PERENCANA

**TAUFIK HIDAYAT, ST**  
Direktur

KONSULTAN PERENCANA TEKNIK

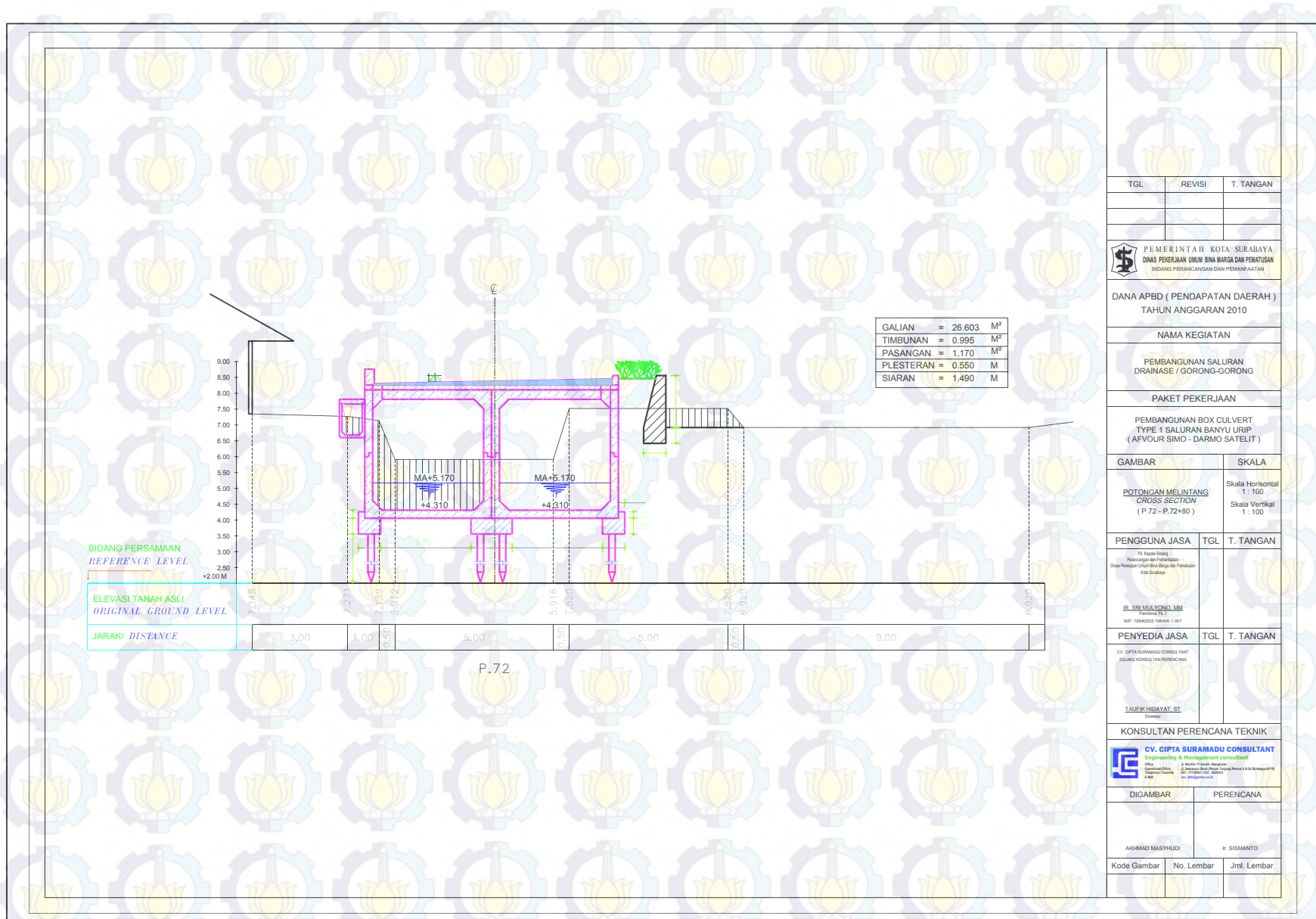
**CV. CIPTA SURAMADU CONSULTANT**  
Engineering & Management consultant  
Office : J. Buntu 11 Surab - Bangkara  
Surabaya, Indonesia : 60132  
E-Mail : [info@ciptasuramadu.com](mailto:info@ciptasuramadu.com)

DIGAMBAR	PERENCANA
----------	-----------

AKHIMAD MASYHUDI	Ir. SISIMANTO
------------------	---------------

Kode Gambar	No. Lembar	Jml. Lembar
-------------	------------	-------------





TGL	REVISI	T. TANGAN
<b>PEMERINTAH KOTA SURABAYA</b> <b>DINAS PEKERJAAN UMUM BINA MARGA DAN PENATUNAN</b> BIDANG PERANCANGAN DAN PEMANFAATAN		
DANA APBD ( PENDAPATAN DAERAH )		
TAHUN ANGGARAN 2010		
NAMA KEGIATAN		
PEMBANGUNAN SALURAN DRAINASE / GORONG-GORONG		
PAKET PEKERJAAN		
PEMBANGUNAN BOX CULVERT TYPE 1 SALURAN BANYU URIP (AFVOUR SIMO - DARMO SATELIT )		
GAMBAR	SKALA	
POTONGAN MELINTANG CROSS SECTION ( P.72 - P.72+80 )	Skala Horizontal 1 : 100 Skala Vertikal 1 : 100	
PENGUNA JASA	TGL	T. TANGAN
PT. KAPAL BANG Perencanaan dan Konstruksi Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga dan Perumahan Kota Surabaya  <b>IR. SRI MULYONO, MM</b> Perencana NIP. 19540203 198401 1 001		
PENYEDIA JASA	TGL	T. TANGAN
CV. CIPTA SURAMADU CONSULTANT SELAMU KONSULTAN PERENCANA  <b>TAUFIK HIDAYAT, ST</b> Desainer		
KONSULTAN PERENCANA TEKNIK		
<b>CV. CIPTA SURAMADU CONSULTANT</b> Engineering & Management consultant Office : J. Buntu 11 Surab - Bangkara Communication : 031-82999000, 031-82999001, 031-82999002 E-Mail : <a href="mailto:info@ciptasuramadu.com">info@ciptasuramadu.com</a>		
DIGAMBAR	PERENCANA	
AKHIMAD MASYHUDI	Ir. SISIMANTO	
Kode Gambar	No. Lembar	Jml. Lembar

## BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Surabaya, 11 Mei 1995, merupakan anak kedua dari tiga bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di TK Dharmawanita-Surabaya lulus pada tahun 2001, SDN Kendangsari V no.562 Surabaya lulus pada tahun 2006, SMPN 35 Surabaya lulus pada tahun 2009, dan SMAN 16 Surabaya lulus pada tahun 2012. Setelah lulus dari Sekolah Menengah Atas pada tahun 2012, penulis mengikuti Seleksi Masuk ITS (SMITS) dan diterima di jurusan D III Teknik Sipil ITS pada tahun 2012 dan terdaftar dengan NRP 3112 030 005. Di jurusan DIII Teknik Sipil ini penulis mengambil bidang studi Bangunan Air.

## BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Surabaya, 15 Agustus 1994, merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di TK Dewi Sartika Krembangan-Surabaya lulus pada tahun 2001, SDK ST. Aloysius Surabaya lulus pada tahun 2006, SMPK Stella Maris Surabaya lulus pada tahun 2009, dan SMAK Stella Maris Surabaya lulus pada tahun 2012. Setelah lulus dari Sekolah Menengah Atas pada tahun 2012, penulis mengikuti Seleksi Masuk ITS (SMITS) dan diterima di jurusan D III Teknik Sipil ITS pada tahun 2012 dan terdaftar dengan NRP 3112 030 052. Di jurusan DIII Teknik Sipil ini penulis mengambil bidang studi Bangunan Air.





**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

# **TUGAS AKHIR TERAPAN**

## **PERENCANAAN SALURAN DRAINASE PRIMER GUNUNGSARI RUAS GUNUNGSARI-GREGES SAMPAI GUNUNGSARI-BALONG**

**DISUSUN OLEH :**

**DIEGA HANANDA ZIANTONO**

**(3112030005)**

**PERMATA PRAMESWARI**

**(3112030052)**

**DOSEN PEMBIMBING**

**IR. ISMAIL SA'UD ,MMT**

**NIP: 19600517 198903 002**

# **RUMUSAN MASALAH**

1. Berapa debit rencana yang mengalir pada Saluran Primer Gunungsari ?
2. Pengaruh proyek pembangunan Box Culvert Banyu Urip, Tandes terhadap drainase Greges?
3. Pengaruh proyek pembangunan Box Culvert Banyu Urip, Tandes terhadap drainase Balong?

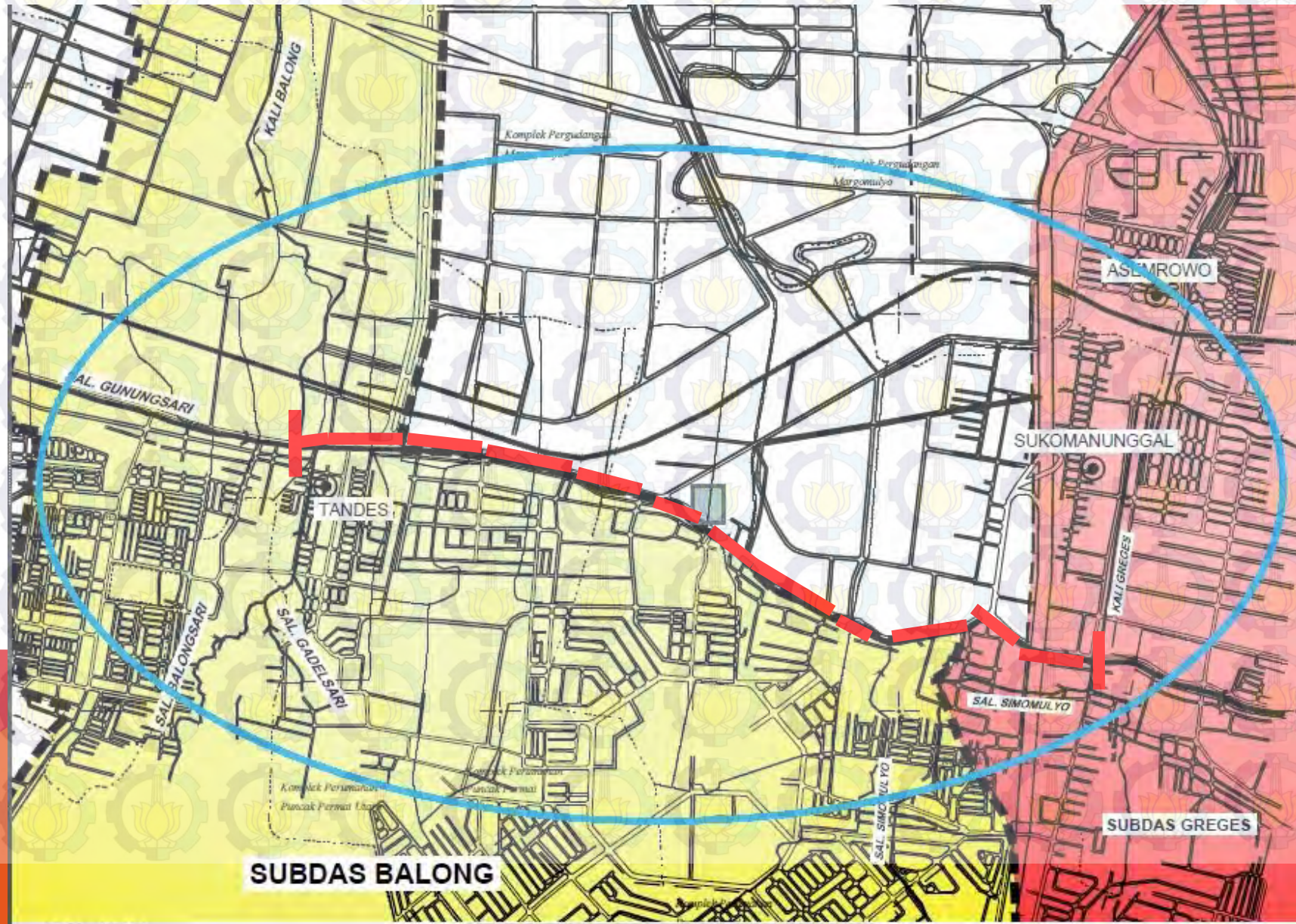


# **BATASAN MASALAH**

1. PERHITUNGAN ANALISA HIDROLOGI UNTUK MENCARI BESAR DEBIT RENCANA YANG TERJADI.
2. PERHITUNGAN KAPASITAS EKSISTING KALI GREGES
3. PERHITUNGAN KAPASITAS EKSISTING KALI BALONG.
4. EVALUASI *BOX CULVERT* SALURAN PRIMER GUNUNGSARI.
5. CATCHMENT AREA SALURAN GUNUNGSARI RUAS GUNUNGSARI-GREGES SAMPAI GUNUNGSARI-BALONG.



# PETA LOKASI



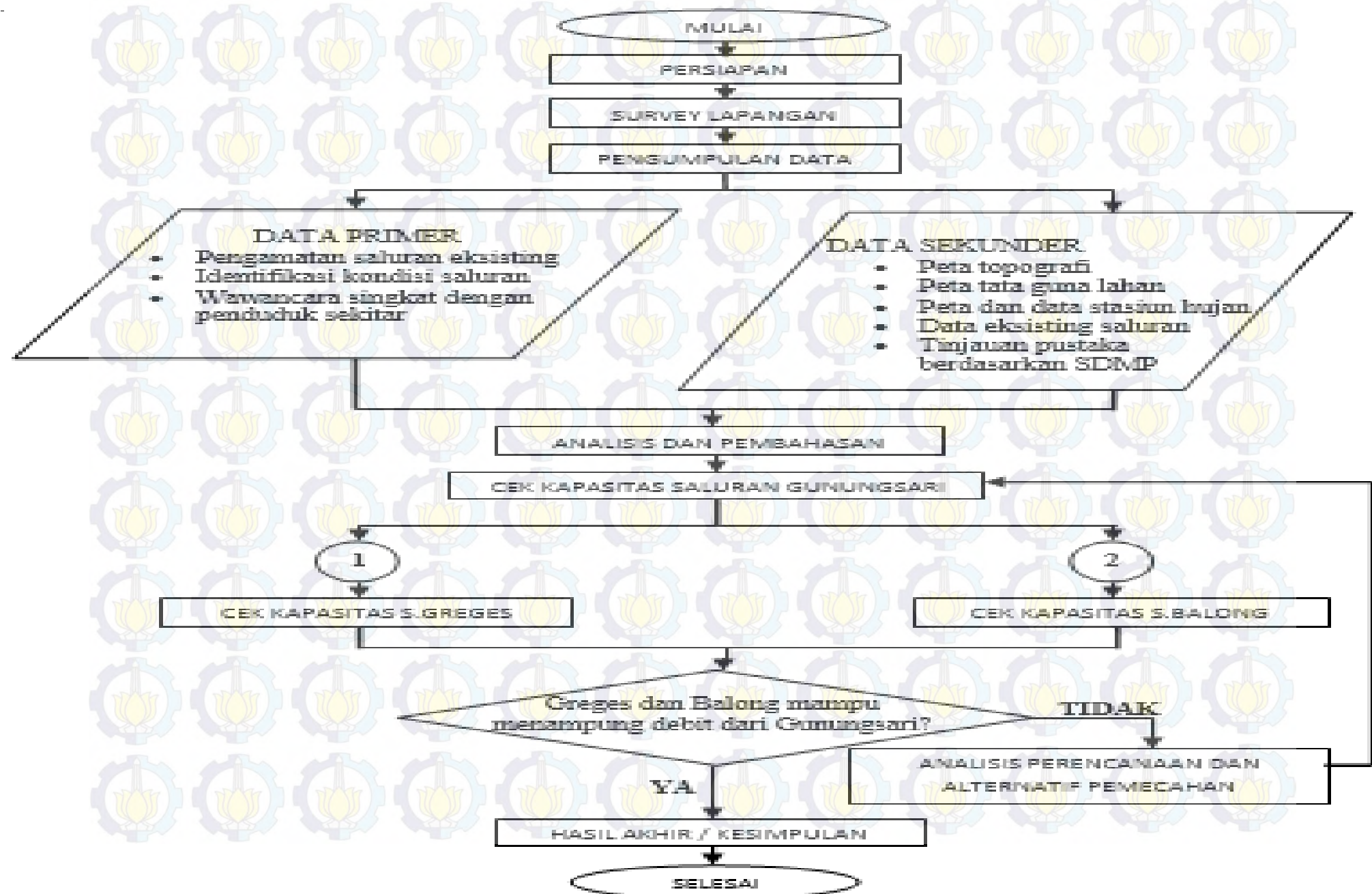


# SKEMA JARINGAN SALURAN GUNUNGSARI





# FLOW CHART METODOLOGI





# ANALISA DATA

1. ANALISA HIDROLOGI

2. ANALISA HIDROLIKA

# ANALISA HIDROLOGI

1. Penentuan Stasiun Hujan
2. Curah Hujan Maksimum
3. Curah Hujan Wilayah
4. Parameter Statistik
5. Uji Distribusi
6. Curah Hujan Rencana
7. Intensitas Hujan
8. Koefisien Pengaliran
9. Debit rencana



# ANALISA HIDROLIKA

1. Full Bank Capacity
2. Dimensi Saluran Rencana
3. Saluran Kali Greges (Hilir)
4. Saluran Gunung Sari
5. Pintu Air





# CURAH HUJAN HARIAN MAKSIMUM

Tahun		Tanggal	Stasiun Hujan (mm)			
			Gunungsari	Kandangan		Simo
1991		2 Januari	107	55		150
1992		3 Maret	103	88		135
1993		1 Maret	41	103		165
1994		8 Maret	116	8		55
1995		6 April	69	125		120
1996		9 November	70	254		15
1997		13 Februari	95	35		154
1998		13 Februari	83	48		60
2000		28 Oktober	0	110		78
2001		1 Maret	40	124		172
2002		30 Januari	113	205		135
2003		28 November	76	99		174
2004		5 Maret	103	62		152
2005		13 Desember	86	39		138
2006		22 Februari	34	56		132
2007		4 Desember	64	35		107
2008		13 Desember	47	120		79
2009		9 Januari	78	76		107
2012		1 Januari	102	18		41
2013		23 April	97	9		40

# CURAH HUJAN WILAYAH

Tahun	Stasiun Hujan (mm)			Hujan Harian
	Gunungsari	Kandangan	Simo	
1991	107	55	150	104
1992	103	88	135	108,7
1993	41	103	165	103
1994	116	8	55	59,7
1995	69	125	120	104,7
1996	70	254	15	113
1997	95	35	154	94,7
1998	83	48	60	63,7
2000	0	110	78	62,7
2001	40	124	172	112
2002	113	205	135	151
2003	76	99	174	116,3
2004	103	62	152	105,7
2005	86	39	138	87,7
2006	34	56	132	74
2007	64	35	107	68,7
2009	78	76	107	87
2012	102	18	41	53,7
2013	97	9	40	48,7





# PARAMETER STATISTIK

Distribusi	Parameter statistik	Syarat nilai	Hasil perhitungan	Keterangan
Gumbel	CS	1.14	0,29	Tidak Diterima
	CK	5.4	3,33	Tidak Diterima
Log Person III	CS	bebas	-0,32	Diterima
	CK	bebas	2,74	Diterima

Dari hasil perhitungan diatas diketahui distribusi yang diterima adalah distribusi Log Pearson Tipe III



# UJI KECOCOKAN DISTRIBUSI



1. Uji Chi-Kuadrat
2. Uji Smirnov-Kolmogorov



## UJI CHI-KUADRAT

NO		Interval	Jumlah data		O <sub>i</sub> -E <sub>i</sub>	(O <sub>i</sub> -E <sub>i</sub> ) <sup>2</sup> / E <sub>i</sub>
		Sub kelompok	O <sub>i</sub>	E <sub>i</sub>		
1		$X \leq 1,8269$	5	4	1	0,250
2		$1,8269 < X \leq 1,9038$	2	4	-2	1,000
3		$1,9038 < X \leq 1,9690$	3	4	-1	0,250
4		$1,9690 < X \leq 2,0460$	6	4	2	1,000
5		$2,0460 < X$	4	4	0	0,000
		Jumlah	20	20	0	2,500





# UJI SMIRNOV-KOLMOGOROV

No	X	Log X	P(x)	P(x<)	f(t)	P'(x<)	P'(x)	D
				1-P(x)		1-P'(x)		P'(x<)-P(x<)
1	151,0	2,18	0,05	0,95	2,35	0,99	0,01	0,04
2	116,3	2,07	0,10	0,90	1,01	0,84	0,16	-0,06
3	113,0	2,05	0,14	0,86	0,88	0,81	0,19	-0,05
4	112,0	2,05	0,19	0,81	0,85	0,80	0,20	-0,01
5	108,7	2,04	0,24	0,76	0,72	0,76	0,24	0,00
6	105,7	2,02	0,29	0,71	0,60	0,73	0,27	0,01
7	104,7	2,02	0,33	0,67	0,56	0,71	0,29	0,05
8	104,0	2,02	0,38	0,62	0,54	0,71	0,29	0,09
9	103,0	2,01	0,43	0,57	0,50	0,69	0,31	0,12
10	94,7	1,98	0,48	0,52	0,18	0,57	0,43	0,05
11	87,7	1,94	0,52	0,48	-0,09	0,54	0,46	0,06
12	87,0	1,94	0,57	0,43	-0,12	0,45	0,55	0,02
13	82,0	1,91	0,62	0,38	-0,31	0,38	0,62	0,00
14	74,0	1,87	0,67	0,33	-0,62	0,27	0,73	-0,07
15	68,7	1,84	0,71	0,29	-0,82	0,21	0,79	-0,08
16	63,7	1,80	0,76	0,24	-1,02	0,15	0,85	-0,08
17	62,7	1,80	0,81	0,19	-1,05	0,15	0,85	-0,04
18	59,7	1,78	0,86	0,14	-1,17	0,12	0,88	-0,02
19	53,7	1,73	0,90	0,10	-1,40	0,08	0,92	-0,01
20	48,7	1,69	0,95	0,05	-1,59	0,06	0,94	0,01

Kesimpulan :  
Karena hasilnya  $D_0 > D_{max}$  ,maka metode LP Type III dapat diterima





# FULL BANK CAPACITY SALURAN SIMO

No	Nama patok	penampang saluran	L (m)	I	n	m	b (m)	h (m)	A (m²)	P (m)	R (m)	V (m/det)	Q eksisting (m³/det)
1	SM01485	trapesium	3882,8	0,002	0,02	0,701	6,6	1,427	10,85	10,09	1,08	2,44	26,43
2	SM01366		3763,8	0,002	0,02	1,753	5	1,141	7,99	9,61	0,83	2,14	17,10
3	SM01300		3697,8	0,002	0,02	1,586	4	1,261	7,57	8,73	0,87	2,13	16,09
4	SM01200		3597,8	0,002	0,02	2,008	5	0,996	6,97	9,47	0,74	1,84	12,86
5	SM01000		3397,8	0,002	0,02	1,556	6,8	1,285	11,31	11,55	0,98	2,44	27,58
6	SM00824		3221,8	0,003	0,02	1,506	5,5	1,162	8,42	9,70	0,87	2,46	20,74
7	SM00800		3197,8	0,003	0,02	1,515	5,5	1,485	11,51	10,89	1,06	2,83	32,52
8	SM00600		2997,8	0,003	0,02	1,316	4,9	1,52	10,49	9,92	1,06	2,89	30,29
9	SM00556		2953,8	0,004	0,02	0,514	4,9	2,138	12,83	9,71	1,32	3,71	47,65
10	SM00400	trapesium	2797,8	0,005	0,02	1,241	4,7	1,612	10,80	9,84	1,10	3,85	41,56
11	SM00381		2778,8	0,005	0,02	1,291	4,6	1,549	10,22	9,66	1,06	3,82	39,07
12	SM00200	trapesium	2597,8	0,007	0,02	1,35	5,4	1,482	10,97	10,38	1,06	4,22	46,29
13	SM00159	persegi	2556,8	0,011	0,02	0	5,5	2,664	14,65	10,83	1,35	6,50	95,23
14	SM00058	trapesium	2455,8	0,036	0,02	1,132	7,3	1,325	11,66	11,30	1,03	9,62	112,23
15	SM00020		2417,8	0,107	0,02	5,236	20	0,573	13,18	26,11	0,50	10,35	136,40



# FULL BANK CAPACITY SALURAN BALONG



No	Nama patok	penampang saluran	L (m)	I	n	m	b (m)	h (m)	A (m2)	P (m)	R (m)	V (m/det)	Q eksisting (m3/det)
1	patok 33	trapesium	5318,7	0,0009	0,03	0,68	6	1,321	9,11	9,20	0,99	0,97	8,86
2	patok 31		5118,7	0,0009	0,03	0,63	6	1,6	11,20	9,77	1,15	1,07	11,95
3	patok 29		4918,7	0,0008	0,03	0,47	6	2,13	14,91	10,71	1,39	1,21	18,04
4	patok 27		4718,7	0,0008	0,03	0,55	5	1,19	6,72	7,71	0,87	0,89	5,95
5	patok 25		4518,7	0,0009	0,03	0,56	8	0,89	7,57	10,04	0,75	0,81	6,13
6	patok 23		4318,7	0,0009	0,03	0,18	9	1,65	15,35	12,35	1,24	1,14	17,52
7	patok 21		4118,7	0,0009	0,03	0,83	4	1,09	5,34	6,83	0,78	0,85	4,53
8	patok 19		3918,7	0,0009	0,03	1,08	5,5	0,93	6,05	8,23	0,73	0,83	4,99
9	patok 17		3718,7	0,0010	0,03	0,48	4	1,14	5,19	6,53	0,79	0,88	4,59
10	patok 15		3518,7	0,0010	0,03	1,52	4	0,89	4,76	7,23	0,66	0,80	3,79
11	patok 13		3318,7	0,0010	0,03	0,92	3,5	1,09	4,91	6,46	0,76	0,90	4,41
12	patok 11		3118,7	0,0011	0,03	0,48	3	1,57	5,89	6,48	0,91	1,05	6,16
13	patok 9		2918,7	0,0012	0,03	0,61	4,5	1,06	5,46	6,99	0,78	0,99	5,39
14	patok 7		2718,7	0,0014	0,03	0,67	7,6	1,195	10,04	10,48	0,96	1,20	12,07
15	patok 5	trapesium	2518,7	0,0017	0,03	0,73	9,66	0,75	7,66	11,52	0,66	1,05	8,06
16	patok 3		2318,7	0,0025	0,03	0,51	7,8	1,38	11,73	10,89	1,08	1,76	20,62
17	patok 1		2118,7	0,0065	0,03	0,28	8	1,43	12,01	10,97	1,10	2,86	34,35



# PERBANDINGAN DEBIT RENCANA PERIODE ULANG 5 TAHUN

## SALURAN PRIMER SIMO ALTERNATIF 1



No	Nama patok	Q rencana (m3/det)	Q eksisting (m3/det)	Keterangan
1	SM01485	58,593	26,429	meluber
2	SM01366	55,789	17,104	meluber
3	SM01300	57,803	16,091	meluber
4	SM01200	55,732	12,861	meluber
5	SM01000	61,521	27,581	meluber
6	SM00824	63,415	20,736	meluber
7	SM00800	68,324	32,517	meluber
8	SM00600	70,544	30,293	meluber
9	SM00556	81,311	47,652	meluber
10	SM00400	85,757	41,562	meluber
11	SM00381	85,822	39,073	meluber
12	SM00200	92,898	46,285	meluber
13	SM00159	118,928	95,231	meluber
14	SM00058	157,554	112,227	meluber
15	SM00020	177,148	136,395	meluber

# PERBANDINGAN DEBIT RENCANA PERIODE ULANG 5 TAHUN

## SALURAN PRIMER BALONG ALTERNATIF 1



No		Nama patok	Q rencana (m3/det)	Q eksisting (m3/det)		Keterangan
1		patok 33	18,616	8,862		meluber
2		patok 31	19,944	11,951		meluber
3		patok 29	21,690	18,041		meluber
4		patok 27	18,859	5,951		meluber
5		patok 25	18,424	6,128		meluber
6		patok 23	22,536	17,524		meluber
7		patok 21	19,885	4,535		meluber
8		patok 19	20,141	4,989		meluber
9		patok 17	21,481	4,586		meluber
10		patok 15	20,991	3,790		meluber
11		patok 13	23,062	4,405		meluber
12		patok 11	25,707	6,156		meluber
13		patok 9	25,987	5,392		meluber
14		patok 7	29,681	12,068		meluber
15		patok 5	29,459	8,063		meluber
16		patok 3	39,440	20,619		meluber
17		patok 1	54,541	34,348		meluber



# PERBANDINGAN DEBIT RENCANA PERIODE ULANG 5 TAHUN

## SALURAN PRIMER SIMO ALTERNATIF 2



No	Nama patok	Q rencana (m3/det)	Q eksisting (m3/det)	Keterangan
1	SM01485	69,207	26,429	meluber
2	SM01366	67,123	17,104	meluber
3	SM01300	67,202	16,091	meluber
4	SM01200	63,770	12,861	meluber
5	SM01000	75,477	27,581	meluber
6	SM00824	79,458	20,736	meluber
7	SM00800	84,312	32,517	meluber
8	SM00600	88,383	30,293	meluber
9	SM00556	99,625	47,652	meluber
10	SM00400	107,833	41,562	meluber
11	SM00381	108,442	39,073	meluber
12	SM00200	118,840	46,285	meluber
13	SM00159	146,615	95,231	meluber
14	SM00058	197,589	112,227	meluber
15	SM00020	237,999	136,395	meluber



# PERBANDINGAN DEBIT RENCANA PERIODE ULANG 5 TAHUN

## SALURAN PRIMER BALONG ALTERNATIF 2

No	Nama patok	Q rencana (m3/det)	Q eksisting (m3/det)	Keterangan
1	patok 33	21,213	8,862	meluber
2	patok 31	22,684	11,951	meluber
3	patok 29	24,669	18,041	meluber
4	patok 27	21,038	5,951	meluber
5	patok 25	20,335	6,128	meluber
6	patok 23	25,080	17,524	meluber
7	patok 21	21,643	4,535	meluber
8	patok 19	21,697	4,989	meluber
9	patok 17	22,999	4,586	meluber
10	patok 15	22,116	3,790	meluber
11	patok 13	24,181	4,405	meluber
12	patok 11	26,885	6,156	meluber
13	patok 9	26,696	5,392	meluber
14	patok 7	30,470	12,068	meluber
15	patok 5	29,303	8,063	meluber
16	patok 3	40,012	20,619	meluber
17	patok 1	55,337	34,348	meluber

# PERBANDINGAN DEBIT RENCANA PERIODE ULANG 5 TAHUN

## SALURAN PRIMER SIMO SETELAH NORMALISASI

No		Nama patok	Q rencana (m3/det)	Q eksisting (m3/det)		Keterangan
1		SM01485	82,134	115,856		aman
2		SM01366	86,218	125,948		aman
3		SM01300	84,194	109,308		aman
4		SM01200	83,477	100,816		aman
5		SM01000	92,517	149,128		aman
6		SM00824	97,384	120,513		aman
7		SM00800	98,795	133,068		aman
8		SM00600	102,054	122,852		aman
9		SM00556	107,491	122,309		aman
10		SM00400	121,528	149,020		aman
11		SM00381	122,464	140,258		aman
12		SM00200	133,577	163,393		aman
13		SM00159	152,915	170,942		aman
14		SM00058	220,978	461,198		aman
15		SM00020	182,829	603,175		aman



# PERBANDINGAN DEBIT RENCANA PERIODE ULANG 5 TAHUN

## SALURAN PRIMER BALONG SETELAH NORMALISASI



No	Nama patok	Q rencana (m3/det)	Q eksisting (m3/det)	keterangan
1	patok 33	32,32	44,36	aman
2	patok 31	33,10	48,76	aman
3	patok 29	33,13	48,55	aman
4	patok 27	33,78	48,53	aman
5	patok 25	34,65	48,96	aman
6	patok 23	35,60	49,46	aman
7	patok 21	36,63	50,04	aman
8	patok 19	37,77	50,74	aman
9	patok 17	39,03	51,58	aman
10	patok 15	40,46	52,64	aman
11	patok 13	42,10	53,99	aman
12	patok 11	44,04	55,78	aman
13	patok 9	46,41	58,26	aman
14	patok 7	49,50	63,06	aman
15	patok 5	54,40	70,47	aman
16	patok 3	62,69	85,30	aman
17	patok 1	85,27	137,21	aman



# PERBANDINGAN DEBIT RENCANA 5 TAHUN KALI GREGES



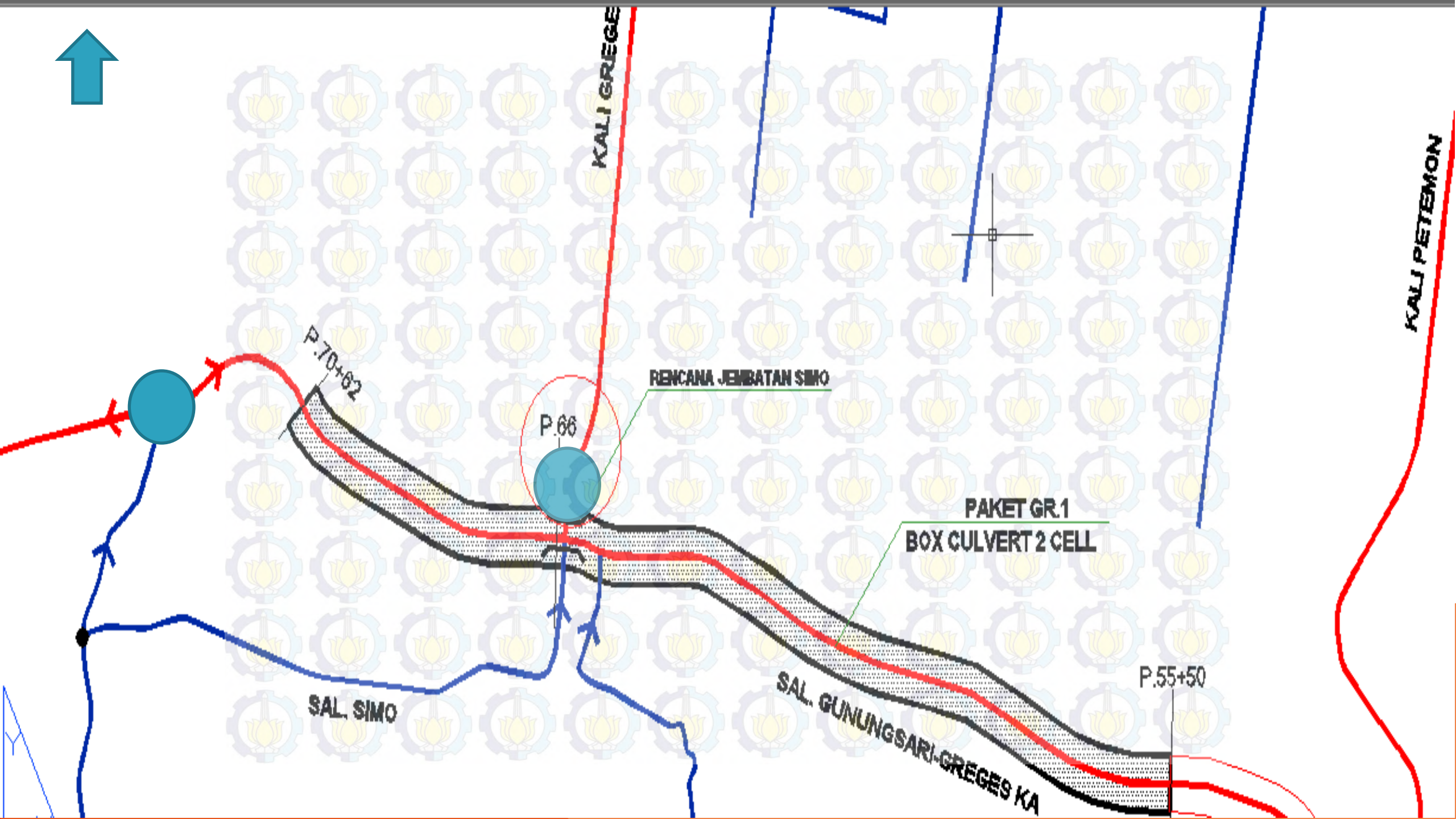
No	Nama patok	Q rencana (m3/det)	Q eksisting (m3/det)	Keterangan
1	sta 4+200	61,62	448,74	aman
2	sta 3+700	50,49	384,63	aman
3	sta 3+300	52,06	222,53	aman
4	sta 2+600	49,72	178,32	aman
5	sta 2+200	47,26	246,20	aman

# PERBANDINGAN QRENCANA DAN QSALURAN PADA SALURAN GUNUNGSARI

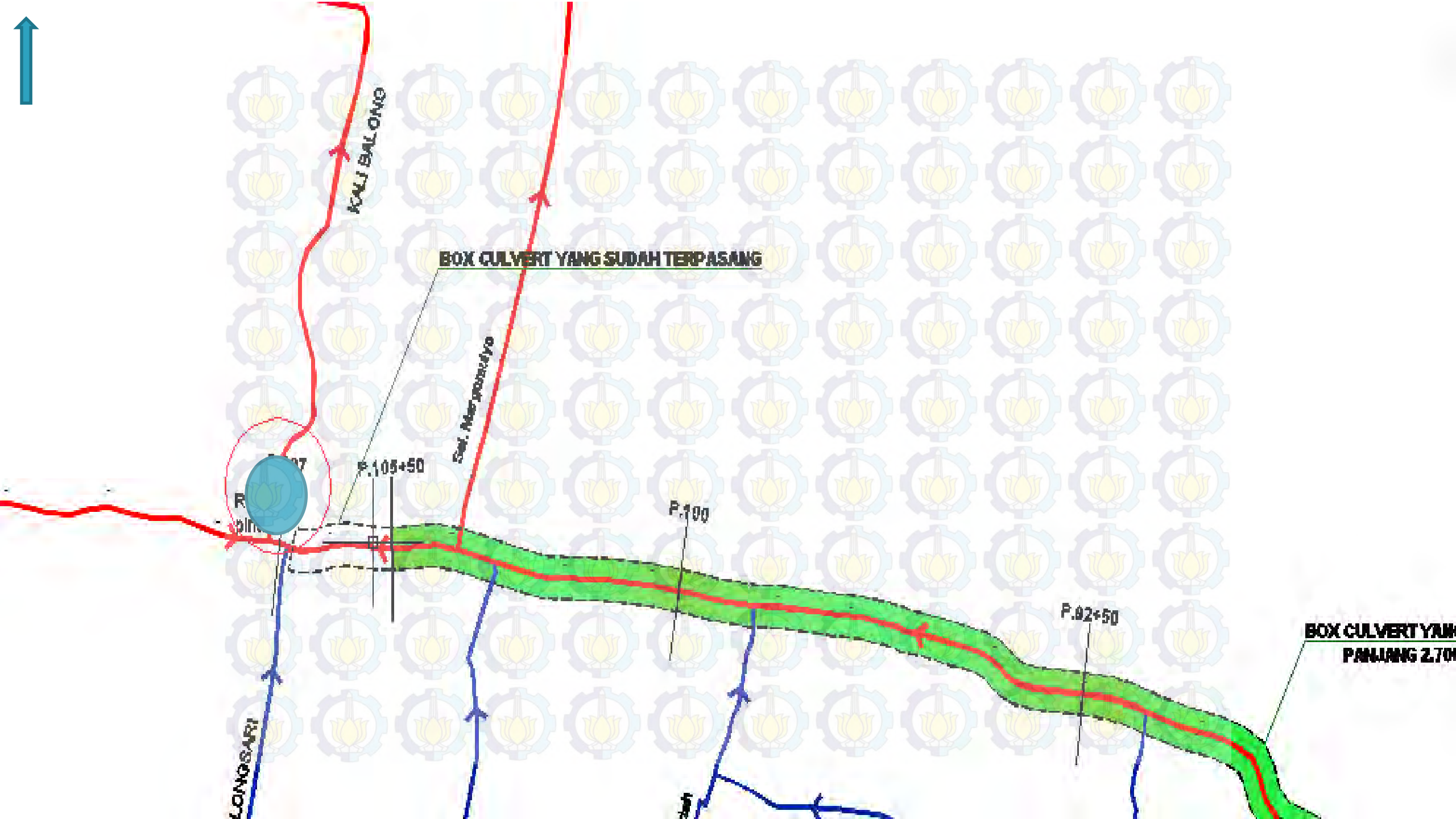


No	Nama patok	Q rencana (m3/det)	Q eksisting (m3/det)	keterangan
1	P 57	25,42	23,77	meluber
2	P 66	42,09	26,04	meluber
3	P 72	53,8	14,82	meluber









# MENGHITUNG TINGGI BUKAAN PINTU AIR SIMO (BANGUNAN PEMBAGI)

$Q_{\text{saluran}} = 29,7 \text{ m}^3/\text{det} > Q_{\text{rencana}} = 17,35 \text{ m}^3/\text{det}$  (aman)

$$a = \frac{Q_{\text{rencana}}}{\mu \times b \times \sqrt{2 \cdot g \cdot z}}$$

$$a = \frac{5,67 \frac{\text{m}^3}{\text{det}}}{0,8 \times 1,4 \text{ m} \times \sqrt{2 \cdot 9,8 \text{ m/det}^2 \cdot 0,5}}$$

$$a = 1,6 \text{ m}$$





# MENGHITUNG TINGGI BUKAAN PINTU AIR BALONG

$Q_{\text{saluran}} = 137 \text{ m}^3/\text{det} > Q_{\text{rencana}} = 45,63 \text{ m}^3/\text{det}$  (aman)

$$a = \frac{Q_{\text{rencana}}}{\mu \times b \times \sqrt{2 \cdot g \cdot z}}$$

$$a = \frac{7,6 \frac{\text{m}^3}{\text{det}}}{0,8 \times 1,5 \text{ m} \times \sqrt{2 \cdot 9,8 \text{ m/det}^2 \cdot 0,5}}$$

$$a = 2 \text{ m}$$





# PINTU AIR SALURAN GUNUNGSARI MENUJU SALURAN SIMO

## BAGIAN HILIR

$Q_{\text{saluran}} = 82,91 \text{ m}^3/\text{det} > Q_{\text{rencana}} = 26,65 \text{ m}^3/\text{det}$  (aman)

$$a = \frac{Q_{\text{rencana}}}{\mu \times b \times \sqrt{2 \cdot g \cdot z}}$$

$$a = \frac{8,88 \frac{\text{m}^3}{\text{det}}}{0,8 \times 2 \text{ m} \times \sqrt{2 \cdot 9,8 \text{ m/det}^2 \cdot 0,5}}$$

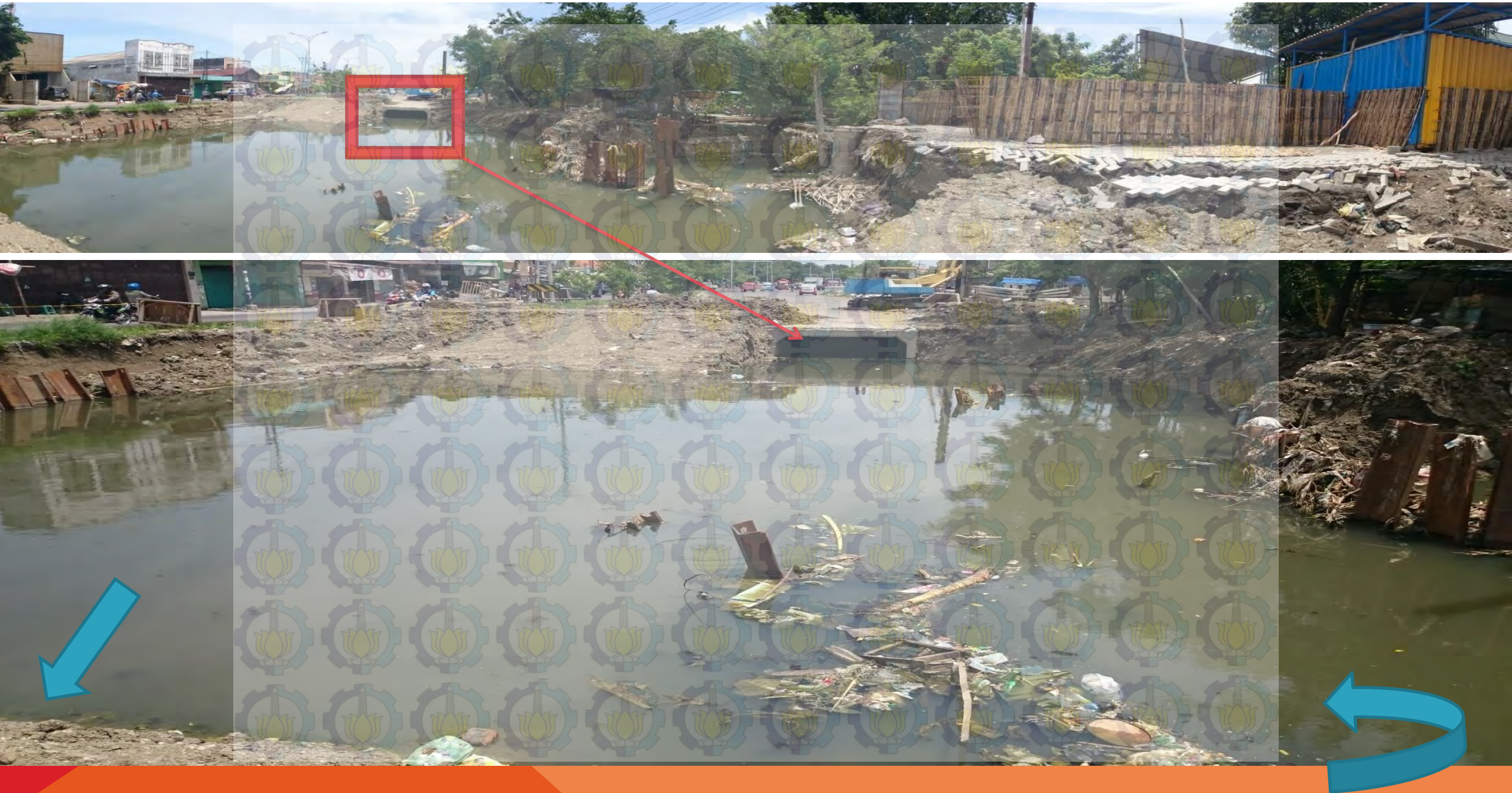
$$a = 1,77 \text{ m}$$







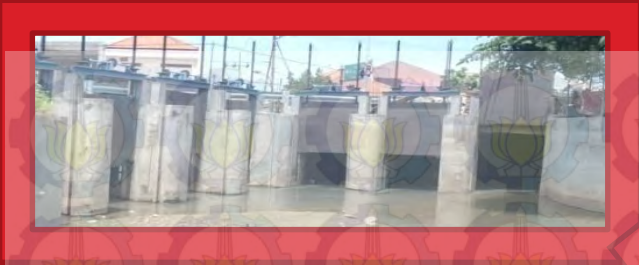


















## KESIMPULAN

Dari studi evaluasi dan perencanaan saluran Gunungsari terhadap drainase Greges dan drainase Balong, dapat diketahui bahwa kapasitas tampungan (*box culvert*) periode ulang 5 tahun yang ditinjau di 3 titik yaitu sta P 57 (sebelum saluran Simogunung yang mengalir ke Kali Greges Simo)  $27,22 \text{ m}^3/\text{det}$  dengan debit rencana  $27,51 \text{ m}^3/\text{det}$ , sta P 66 (jembatan Simo antara saluran Simo dengan Kali Greges Simo)  $26,04 \text{ m}^3/\text{det}$  dengan debit rencana  $44,18 \text{ m}^3/\text{det}$  dan sta P 72 (sebelum bangunan pembagi)  $26,76 \text{ m}^3/\text{det}$  dengan debit rencana  $61,12 \text{ m}^3/\text{det}$ . Jadi dapat diketahui bahwa kapasitas tampungan (*box culvert*) saluran Gunungsari tidak mencukupi untuk menampung debit rencana dari saluran Gunungsari itu sendiri dan Kali Simo bagian hulu. Pengaruh normalisasi saluran Gunungsari (*box culvert*) terhadap drainase Greges dan drainase Balong adalah melubernya debit banjir periode ulang 5 tahun yang besar dari Kali Simo (hulu), Kali Balong (hulu) dan Saluran Gunungsari yang dilimpahkan ke Kali Greges dan ke Kali Balong dikarenakan berubahnya fungsi saluran Gunungsari menjadi *collector drain* atau saluran pembawa.

## SARAN

Untuk mengatasi debit banjir yang besar pada saluran Gunungsari, Kali Simo dan Kali Balong dilakukan perubahan sistem aliran yaitu pembagian aliran dari Kali Simo yang semula dialirkan semua ke Kali Greges menjadi sebagian aliran dialihkan ke Kali Balong. Pembagian sistem aliran ini didukung dengan bangunan pelengkap yaitu berupa pintu air yang terletak di saluran Simo bagian hilir, saluran Simo yang menuju saluran Gunungsari dan Kali Balong bagian hilir.



The background of the slide features a repeating pattern of lotus flowers inside gears. The top half of the slide has a light blue background with light blue gears and yellow lotus flowers. The bottom half has an orange background with orange gears and yellow lotus flowers. A diagonal red and orange gradient bar runs from the bottom left corner towards the center.

**SEKIAN DAN TERIMA KASIH**